



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Carla Sofia Cerqueira Gonçalves

Alterações do Equilíbrio Postural em Mulheres no 2º e 3º Trimestres de Gravidez

Mestrado em Promoção e Educação para a Saúde

Trabalho efectuado sob a orientação do

Professor Doutor Pedro Bezerra

Novembro 2013

FICHA DE CATALOGAÇÃO

Gonçalves, Carla Sofia Cerqueira Gonçalves

Alterações do Equilíbrio Postural em Mulheres no 2º e 3º Trimestre de Gravidez

Dissertação de Mestrado em Promoção e Educação para a Saúde, Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 2013.

Orientador: Professor Doutor Pedro Bezerra

PALAVRAS-CHAVE: Grávidas do 2º e do 3º trimestre de gravidez; controlo postural, centro de pressão, plataforma de forças, Master Balance.

DECLARAÇÃO

Declaro que a presente Dissertação é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente referenciadas no texto e na bibliografia.

O candidato,

Viana do Castelo, 18 Novembro de 2013

Declaro que esta Dissertação demonstra qualidade e se encontra em condições de ser apreciada pelo júri a designar.

O orientador,

Viana do Castelo, 18 Novembro de 2013

AGRADECIMENTOS

A realização de um estudo desta natureza e desta dimensão só é possível com o contributo de vários profissionais, de muitos colegas, familiares e amigos que, de uma forma sempre positiva e construtiva, souberam dar os melhores conselhos e soluções para levar a “bom porto” este grande desafio.

Assim, gostaria de expressar a minha gratidão ao meu orientador Doutor Pedro Bezerra, pela orientação científica, incentivo e acompanhamento demonstrados ao longo da realização deste estudo.

Às grávidas que amavelmente realizaram os testes para que esta pesquisa fosse realizada.

Agradeço também, a todas as grávidas, que por questões metodológicas, não fizeram parte da amostra.

Agradeço ao Dr. Carlos Rio, pela oportunidade de realizar a recolha dos dados na sua clínica.

Aos meus amigos Sara Moreira, Pedro Barros, Carina Almeida, João Nogueira e Jorge Pereira agradeço o seu apoio, incentivo e sugestões que foram muito úteis durante este longo percurso de investigação.

Agradeço à minha companheira e grande amiga Ana Gama pela ajuda profissional, compreensão, força e carinho dados em todos os momentos que nem sempre foram fáceis.

Finalmente, mas não menos importante, gostaria de deixar uma palavra à minha família: em primeiro lugar ao meu pai que infelizmente não acompanhou o processo, que onde quer que esteja está certamente orgulhoso; agradecer aos meus sobrinhos, pela ternura e energia positiva; à minha irmã, pela linda grávida que foi e por todo o amor, carinho, paciência e incentivo que me deu ao longo da realização deste trabalho; à minha mãe pelo seu incondicional apoio.

O meu obrigada a todos aqueles que de uma forma indirecta contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A gravidez surge como um processo fisiológico natural, que envolve uma sequência de adaptações no organismo materno, inerentes ao desenvolvimento fetal e crescimento do bebé, processo que se inicia logo nas primeiras semanas após a concepção. Embora o organismo materno esteja naturalmente preparado, o processo envolve ajustes anatómicos e fisiológicos. Algumas tarefas da vida diária começam a tornar-se difíceis de realizar, pelas grávidas, como por exemplo o andar, o alcançar objectos, o ficar em posição erecta estática, o sentar, o deitar, o subir escadas, o transportar objectos, entre outros. (Konkler & Kisner, 1996). Neste sentido, o equilíbrio postural nesta população, tem sido um desafio de investigação de vários autores.

A literatura tem revelado que a estabilidade postural diminui durante a gravidez, principalmente no 2º e 3º trimestres de gravidez (Butler, Colón, Druzin, & Rose, 2006; Mann, Kleinpaul, Teixeira, & Mota, 2011; Nagai et al., 2009), tanto para a condição de olhos abertos como para a condição de olhos fechados (Butler et al., 2006). Quando a dificuldade da tarefa aumenta (exemplo da superfície instável), a visão é de extrema importância para o controlo postural no desenvolvimento de tarefas, mesmo quando os sistemas proprioceptivos e vestibulares estão presentes (Mann et al., 2011; Oliveira, Vieira, Macedo, Simpson, & Nadal, 2009).

Na grande maioria dos estudos de avaliação do equilíbrio postural, o instrumento mais utilizado é a plataforma de forças, que diverge de estudo para estudo quanto à sua marca e quanto às metodologias/condições de realização dos testes. A posturografia computadorizada – *Neurocom International, Inc.* tem sido recomendada para a avaliação do equilíbrio postural, onde alguns estudos (aplicados a grávidas e a idosos) utilizam a plataforma *Equitest* (Camicioli, Panzer, & Kaye, 1997; McCrory, Chambers, Daftary, & Redfern, 2011; Wrisley & Whitney, 2004; Zammit, Wang-Weigand, & Peng, 2008) e outros (aplicados a idosos), utilizam a plataforma *Balance Master* (Brech, Andrusaitis, Vitale, & Greve, 2012; Jbabdi, Boissy, & Hamel, 2008; Tomomitsu, Alonso, Morimoto, Bobbio, & Greve, 2013). São poucos os estudos que utilizam este instrumento, plataforma *Balance Master*, para avaliar o equilíbrio postural em grávidas.

Assim sendo, o principal objectivo do nosso estudo foi perceber a capacidade da plataforma *Balance Master – Neurocom International Inc.* de avaliar e detectar as diferenças no controlo postural entre as mulheres grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez. Pretendemos, também com este estudo, verificar as diferenças do controlo postural, entre grávidas, nas condições olhos abertos/olhos fechados, superfície firme/superfície instável, na subida/descida do degrau, assim como, na exploração dos limites de estabilidade.

Para dar resposta aos objectivos definidos, foram recrutadas 7 grávidas no 2º trimestre de gravidez e 5 grávidas no 3º trimestre de gravidez, todas residentes na região do Alto Minho (distrito de Viana do Castelo). Para a avaliação do equilíbrio postural foram seleccionados os testes: *modified CTSIB* (olhos abertos/olhos fechados; superfície firme/superfície instável), *limits of stability* e o teste *step up/over*.

Da análise dos resultados podemos perceber que existe uma diminuição do equilíbrio postural para a condição de olhos fechados/superfície instável nas grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, corroborando outros estudos, onde a visão e a superfície instável mostraram afectar o equilíbrio postural em grávidas (Oliveira et al., 2009; Shailesh & Champa, 2001). Comparados os grupos, verificamos que existem diferenças significativas para a condição olhos abertos/superfície instável, revelando que o grupo do 3º trimestre de gravidez apresenta maior estabilidade postural, realçando a importância da informação visual. Tudo indica que sem o transporte da mala de senhora, as grávidas apresentam maior instabilidade. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos no teste de subida/descida do degrau. Quando avaliados os limites de estabilidade, os resultados revelam existirem diferenças significativas entre os grupos, indicando que a velocidade de movimento das grávidas para trás é significativamente menor nas grávidas do 3º trimestre de gravidez. No 3º trimestre as grávidas também parecem ser mais cautelosas na velocidade dos seus movimentos, talvez pelo receio de perderem o equilíbrio e como consequência provocar quedas. Os resultados apontam ainda para uma correlação negativa entre a estatura e a velocidade de deslocamento do centro de pressão- olhos abertos e superfície firme e a velocidade de deslocamento do centro de pressão-olhos abertos e superfície instável, sugerindo que as mulheres grávidas mais altas, em situações de presença de informação visual,

apresentam menor velocidade de deslocamento do centro de gravidade, quer em superfícies firmes quer em superfícies instáveis.

Podemos concluir que, apesar da limitação do tamanho da amostra, a plataforma *Balance Master* apresenta algumas limitações na avaliação do equilíbrio postural em mulheres grávidas, dado não permitir uma avaliação individualizada relativamente ao eixo antero-posterior e medial-lateral. Contudo torna-se pertinente na avaliação do equilíbrio postural em situações representativas da vida diária da grávida.

Como futuras investigações sugerimos a realização de estudos de avaliação do equilíbrio postural com a plataforma *Balance Master*, onde a amostra seja maior, para que os resultados tenham mais consistência, assim como considerar a possibilidade de usar a técnica do *match pair* para poder definir um grupo de controle. Seria interessante a realização de um estudo longitudinal, onde o objectivo se centrasse na avaliação do equilíbrio postural ao longo da gravidez (1º, 2º e 3º trimestres de gravidez) assim como no período pós-parto. Observar a influência da prática de actividade física no equilíbrio postural em grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez e no pós-parto, seria também um interessante tema de investigação.

Palavras-chave: Grávidas do 2º e do 3º trimestre de gravidez; controlo postural, centro de pressão, plataforma de forças, *Master Balance*.

ABSTRACT

Pregnancy comes as a natural physiological process that involves a sequence of adaptations in the maternal organism, inherent to the fetal development and growth of the baby, a process that begins in the first weeks after conception. Although the maternal organism is naturally prepared, the adjustment process involves anatomical and physiological aspects. Some tasks of daily life begin to become difficult to realize, by pregnant women, such as walking, to reach objects, stay in static upright position, sit, lay in the bed, climbing stairs, carrying the objects, among others (Konkler & Kisner, 1996). In this regard, postural balance in this population has been a challenge for research of several authors.

Literature has revealed that postural stability decreases during pregnancy, especially in the 2nd and 3rd trimesters of pregnancy (Butler et al., 2006; Mann et al., 2011; Nagai et al., 2009), both for the open eyes condition as for the closed eyes condition (Butler et al., 2006). When the task difficulty increases (eg the unstable surface), vision is of utmost importance for the postural control in the development of tasks, even when the proprioceptive and vestibular systems are present (Mann et al., 2011; Oliveira et al., 2009)

In the majority of evaluation studies of postural balance, the most used instrument is the force platform, which differs from study to study as to its brand and the methodologies/conditions under which the tests are performed. The computerized posturography - Neurocom International, Inc. has been recommended for the evaluation of postural balance, where some studies (applied to pregnant women and the elderly) use the platform Equitest (Camicioli et al., 1997; McCrory et al., 2011; Wrisley & Whitney, 2004; Zammit et al., 2008) and others (applied to the elderly) , using the Balance Master platform (Brech et al., 2012; Jbabdi et al., 2008; Tomomitsu et al., 2013). There are just a few studies that use this instrument, the Balance Master, in postural balance in pregnancy research.

Therefore, the main objective of our study was to understand the platform Balance Master - Neurocom International Inc. capacity to evaluate and detect the differences in postural control among pregnant women in the 2nd and 3rd trimesters of pregnancy.

Intend, also in this study, to see the differences in postural control among pregnant women conditions eyes open/eyes closed and firm surface/unstable surface, up/down of the step, as well, as the exploitation of stability limits.

To meet the defined objectives, were recruited seven pregnant women in the 2nd trimester and 5 pregnant in the 3rd trimester of pregnancy, all residents in the Alto Minho (district of Viana do Castelo). For the evaluation of postural balance were selected: modified CTSIB (eyes open / closed eyes, firm surface / unstable surface), limits of stability test and step up / over.

Analysis of the results we can see that there is a decrease in postural balance for the closed eyes condition/unstable surface in pregnant women in the 2nd and 3rd trimesters of pregnancy, corroborating others studies, where vision and unstable surface affected postural balance in pregnant women (Oliveira et al., 2009; Shailesh & Champa, 2001). Comparing the groups, we found significant differences in the eyes open/unstable surface condition, revealing that the 3rd trimester of pregnancy has greater postural stability, showing the importance of visual information. Everything indicates that without carrying lady's handbag, pregnant women have greater instability. No significant differences were found between groups in the test step up/over the steps. When assessing the limits of stability, the results reveal significant differences between groups, indicating that the backward movement speed is significantly lower in pregnant women in the 3rd trimester of pregnancy. In 3rd pregnant women appear to be more cautious with the speed of their movements, perhaps for fear of losing balance and cause a fall. The results also point to a negative correlation between height and the speed of the pressure center - eyes open/firm surface and the speed of the pressure center - eyes open/unstable surface, suggesting that taller pregnant women's, in situations of presence of visual information, have lower speed of displacement of the center of gravity, either in firm or unstable surfaces.

We can conclude that, despite the limitations of the sample size, the Balance Master platform has some limitations in the assessment of postural balance in pregnant women cannot be thus considered the best tool for assessing postural balance, as the instrument is not prepared to assess centre of pressure on both anterior-posterior and

medial-lateral axis. However, balance master demonstrates functionality in assessment of postural balance in situations representative of the daily life of the pregnant woman.

As future research we suggest conducting studies assessing postural balance with the Balance Master platform, with a higher sample, so the results are more consistent, as well as consider the possibility of using the match pair technique to be able to define a group control. It would be interesting to conduct a longitudinal study, where the aim is focused on the evaluation of postural balance throughout pregnancy (1st, 2nd and 3rd trimesters of pregnancy) as well as in the postpartum period. Observe the influence of physical activity on postural balance in pregnant women in the 2nd and 3rd trimesters of pregnancy and postpartum would also be an interesting research topic.

Keywords: Pregnant in the 2nd and 3rd trimester of pregnancy, postural control, pressure center, force platform, Balance Master.

SIGLAS E ABREVIATURAS

<i>CTSIB</i>	<i>Clinical Test for Sensory Integration of Balance</i>
COP	Centro de Pressão
IMC	Índice de Massa Corporal
IC	Intervalo de confiança
N	Número da amostra
oa	Olhos abertos
of	Olhos fechados
sf	Superfície firme
si	Superfície instável
SPSS	<i>Statistical Package for Social Science</i>

ÍNDICE GERAL

RESUMO	vi
ABSTRACT	x
SIGLAS E ABREVIATURAS.....	xiv
ÍNDICE GERAL	xvi
ÍNDICE DE QUADROS.....	xx
ÍNDICE DE FIGURAS	xxii
INTRODUÇÃO.....	1
1. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
1.1. Controlo Postural.....	3
1.2. Controlo postural: orientação e equilíbrio postural	4
1.3. Sistemas do controlo postural.....	6
1.3.1. Sistema nervoso central.....	6
1.3.2. Sistemas sensoriais: visual, somatossensorial e vestibular.....	6
1.3.3. Sistema musculoesquelético	11
1.3.4. Estratégias de manutenção do equilíbrio postural	12
1.4. Alterações fisiológicas maternas	15
1.4.1. Padrão de aumento de massa corporal nos diferentes trimestres	16
1.4.2. Alterações músculoesqueléticas e mecânicas da gravidez	18
1.5. Métodos de avaliação do equilíbrio postural.....	27
1.5.1. Caracterização das plataformas de força	28
1.5.2. Condições de realização dos testes.....	30
2. OBJECTIVOS DO ESTUDO	35
2.1. Objectivo geral	35
2.2. Objectivos específicos	35

3. METODOLOGIA	37
3.1. Desenho do estudo.....	37
3.2. Amostra	37
3.3. Material e Métodos.....	39
3.3.1. Medidas antropométricas.....	39
3.3.2. Avaliação do equilíbrio postural	40
.....	50
3.4. Procedimentos estatísticos.....	50
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	53
4.1. Velocidade de deslocamento do centro de pressão em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez	53
4.1.1. Comparação da velocidade de deslocamento do centro de pressão entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez	53
4.1.2. Comparação da velocidade de deslocamento do centro de pressão entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, normalizada à estatura e ao tamanho do pé.....	55
4.1.3. Velocidade de deslocamento do centro de pressão em grávidas com/sem transporte de mala de senhora	56
4.2. Limites de estabilidade em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez.....	57
4.2.1. Comparação dos limites de estabilidade entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez	57
4.2.2. Comparação dos limites de estabilidade entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, normalizados à estatura e ao tamanho do pé	59
4.3. Controle postural na subida e descida do degrau em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez	61
4.3.1. Comparação do controle postural na subida e descida do degrau entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez	62

4.3.2. Comparação do controle postural na subida e descida do degrau entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, normalizado à estatura e ao tamanho do pé.....	63
4.4. Correlação entre o controlo postural, a estatura, o IMC e o tamanho do pé	64
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	65
5.1. Velocidade de deslocamento do centro de pressão em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez	65
5.2. Limites de estabilidade em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez	68
5.3. Controlo postural na subida e descida do degrau em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez	71
5.4. Correlação entre o controlo postural, a estatura, o IMC e o tamanho do pé	72
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	73
6.1. Perspectivas futuras	75
BIBLIOGRAFIA	77
ANEXO 1	lxxxiii
ANEXO 2	lxxxvii
TESTES APLICADOS	xc
ANEXO 3	xcv
RESULTADOS EM BRUTO	xcvi

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Análise da oscilação postural e do centro de pressão, em apoio bipodal, no eixo antero-posterior e medial-lateral em grávidas.....	24
Quadro 2. Instrumentos e testes utilizados em estudos de avaliação do equilíbrio e controlo postural em grávidas	32
Quadro 3. Características antropométricas da amostra	38
Quadro 4. Média e desvio padrão da velocidade de deslocamento do COP em grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, avaliadas em olhos abertos/superfície firme, olhos fechados/superfície firme, olhos abertos/superfície instável e olhos fechados/superfície instável	54
Quadro 5. Média e desvio padrão da velocidade de deslocamento do COP em grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, avaliadas em olhos abertos/superfície firme, olhos fechados/superfície firme, olhos abertos/superfície instável e olhos fechados/superfície instável, normalizada à estatura e ao tamanho do pé	55
Quadro 6. Média e desvio padrão do deslocamento do centro de pressão em grávidas com/sem transporte de mala de senhora, para as condições olhos abertos/superfície firme e olhos abertos/superfície instável	56
Quadro 7. Média e desvio padrão dos limites de estabilidade em grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez; degradados em tempo de reacção, velocidade de movimento, endpoint e maximum excursions e controlo direcciona, em 4 pontos de referência (frente, trás, direita e esquerda).....	58
Quadro 8. Média e desvio padrão dos limites de em grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, normalizados à estatura e ao tamanho do pé; degradados em tempo de reacção, velocidade de movimento, <i>endpoint</i> e <i>maximum excursions</i> e controlo direcciona, em 4 pontos de referência (frente, trás, direita e esquerda)	60
Quadro 9. Média e desvio padrão da força exercida pelo membro inferior (esquerdo/direito/diferença), do tempo de movimento (esquerdo/direito/diferença) e da força de impacto (esquerdo/direito/diferença), em grávidas do 2º e do 3º trimestre de gravidez.....	62

Quadro 10. Média e desvio padrão da força exercida pelo membro inferior (esquerdo/direito/diferença), do tempo de movimento (esquerdo/direito/diferença) e da força de impacto (esquerdo/direito/diferença), em grávidas do 2º e do 3º trimestre de gravidez, valores normalizados à estatura e ao tamanho do pé 63

Quadro 11. Resultados da correlação entre a velocidade de deslocamento do COP (condições de olhos abertos/superfície firme, olhos fechados /superfície firme, olhos abertos/superfície instável e olhos fechados/superfície instável, o IMC e o tamanho do pé) 64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estratégias posturais normais do movimento oscilatório na direcção antero-posterior: (A) “estratégia do tornozelo”, envolve mudanças do centro de massa sobre uma superfície plana; (B) “estratégia da anca”, envolve mudanças no centro de massa sobre uma superfície estreita (Horack, 1987)	14
Figura 2. Distribuição de ganho de massa corporal na gravidez (Polden & Mantle, 2000)	17
Figura 3. Alterações posturais da grávida: A. Mulher não grávida; B. Postura incorrecta; C. Postura correcta durante a gravidez (Lowdermilk & Perry, 2008)	22
Figura 4. Plataforma de força <i>AMTI</i>	28
Figura 5. Plataforma de força Kistler	28
Figura 6. Plataforma de força <i>Matscan</i>	29
Figura 7. Plataforma de força <i>Equitest</i>	29
Figura 8. Plataforma de força <i>Gravicorder</i>	29
Figura 9. Imagem da plataforma de forças, posturografia dinâmica computadorizada- <i>Balance Master</i>	30
Figura 10. Posição da grávida na avaliação da massa corporal.....	39
Figura 11. Posição da grávida para avaliar a estatura	40
Figura 12. Posição da grávida para avaliar o tamanho do pé.....	40
Figura 13. Posição dos pés na avaliação do equilíbrio postural em superfície firme (A) e instável (B).....	41
Figura 14. Posição da grávida no teste <i>modified CTSIB (MCTSIB)</i> para apoio bipodal, superfície firme e olhos abertos.....	42
Figura 15. Posição da grávida no teste <i>modified CTSIB (MCTSIB)</i> para apoio bipodal, superfície firme, olhos abertos e carregando uma mala de 2,5 kg	42
Figura 16. Posição da grávida no teste <i>modified CTSIB (MCTSIB)</i> para apoio bipodal, superfície instável e olhos abertos	43

Figura 17. Posição da grávida no teste <i>modified CTSIB (MCTSIB)</i> para apoio bipodal, superfície instável, olhos abertos e carregando uma mala de 2,5 kg	43
Figura 18. Registo das 3 tentativas, para cada condição) realizadas por uma grávida, durante o teste <i>modified CTSIB</i>	44
Figura 19. Posição da grávida no teste <i>limits of stability</i>	45
Figura 20. A – Imagem visual dos 8 pontos de referência, durante a realização do teste <i>limits of stability</i> ; B – Registo da prestação de uma grávida na realização do teste <i>limits of stability</i>	46
Figura 21. Representação gráfica do teste <i>limits of stability</i> para a avaliação de: <i>movement velocity, endpoint & max excursions</i>	47
Figura 22. Degrau de altura <i>standard</i> (20 cm) para avaliação do teste <i>step up/over</i>	47
Figura 23. Posição da grávida na realização do teste <i>step up/ over (8`` curb) – left/right</i>	48
Figura 24. Posição inicial da grávida na realização do teste <i>step up/ over (8`` curb) – left/right</i>	48
Figura 25. Resultados da prestação de uma grávida, na realização do teste <i>step up/over</i>	50

INTRODUÇÃO

A gravidez é uma experiência única que envolve diferentes níveis: físico, emocional, sócio-cultural e cognitivo que interagem entre si neste processo e que prepara a mulher para assumir o papel de mãe. Durante cerca de nove meses o corpo vai-se modificando e o estado emocional também. Na verdade é uma nova vida que está a crescer dentro do ventre materno. Uma gravidez saudável é a meta de todas as mulheres grávidas, com um resultado fisicamente seguro e emocionalmente satisfatório para a mãe, para a criança e para a família.

O organismo materno sofre modificações profundas num período temporalmente limitado. Alterações naturais da gravidez, nomeadamente o aumento da massa corporal (materna e fetal) (Perry, 2008) e consequente desequilíbrio no sistema articular (Stephenson & O'Connor, 2004), levam a perturbações no centro de gravidade e maior oscilação do centro de forças/pressão, aumentando o desequilíbrio e influenciando a biomecânica da postura, acentuando a lordose lombar e promovendo a mudança da base de apoio (Birch, Fowler, Rodacki, & Rodacki, 2003; Lowdermilk, 2008). Estas alterações biomecânicas e fisiológicas fazem com que as grávidas fiquem susceptíveis a possíveis desequilíbrios, podendo representar sérios problemas de saúde e bem-estar (Gilleard, Crosbie, & Smith, 2008).

O equilíbrio postural nesta população tem sido um desafio de investigação, onde o principal objecto de estudo incide sobre a avaliação do equilíbrio postural, apoio bipodal, nas condições olhos abertos/olhos fechados; superfície firme/superfície instável sendo a análise no eixo antero-posterior e medial-lateral.

Relativamente à organização deste estudo, estruturámo-lo do seguinte modo:

Numa primeira fase apresentamos uma revisão de literatura, incidindo na temática do estudo o equilíbrio postural em grávidas. São apresentados resultados e conclusões de algumas pesquisas literárias, efectuadas no âmbito do controlo motor e sistemas sensoriais, das alterações fisiológicas maternas, do equilíbrio postural em mulheres grávidas e dos métodos de avaliação do equilíbrio postural mais utilizados pela literatura.

Numa segunda fase apresentamos a planificação e organização metodológica, onde expomos os objectivos gerais e os objectivos específicos do estudo, assim como as fases e procedimentos utilizados durante todo o processo, incluindo a definição da amostra, protocolos dos testes realizados e tratamento estatístico da informação obtida.

Na terceira parte, analisamos e discutimos os resultados obtidos através da aplicação dos testes *modified CTSIB* (*Clinical Test for Sensory Integration of Balance*) (olhos abertos/olhos fechados; superfície firme/superfície instável; com/sem transporte de mala), *limits of stability* e o teste *step up/over* e realizamos a nossa reflexão crítica sobre os temas, estabelecendo sempre que possível um paralelismo com outros estudos realizados.

Por último, expomos as principais conclusões do estudo e recomendações para estudos futuros.

REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão da literatura pretendemos, numa primeira fase, abordar aspectos importantes do controlo postural: orientação e equilíbrio, assim como dos sistemas do controlo postural: sistema nervoso central, sistemas sensoriais, sistema musculoesquelético e estratégias de manutenção do equilíbrio postural. Posteriormente, centramos a nossa atenção nas questões maternas e nas alterações fisiológicas que ocorrem no seu organismo, ao longo da gravidez. Dentro das alterações fisiológicas entendemos ser pertinente abordar o padrão de aumento de massa corporal nos diferentes trimestres, assim como as alterações musculoesqueléticas e mecânicas da gravidez. Numa última fase, apresentamos uma revisão sobre os métodos de avaliação do equilíbrio postural mais utilizados pela literatura.

1.1. Controlo Postural

A complexidade mecânica da manutenção de postura é particularmente complexa para bípedes erectos. Mesmo nos animais de quatro patas, que à partida são mais estáveis, o sucesso do controlo postural é uma verdadeira proeza (Jones, 2000). Imagine um predador que persegue a sua presa em pleno galope e, de repente, muda de direcção. Antes de fazê-lo, deve primeiro alterar a posição do seu centro de gravidade e predizer o novo vector de força gravito-inercial, introduzido pela força centrífuga (Jones, 2000). Os seres humanos também fazem este tipo de ajustes posturais. Por exemplo, para fazer uma curva para o lado direito numa bicicleta, o ciclista não pode simplesmente girar o volante para a direita, pois resultaria em queda. Em vez disso, o ciclista numa primeira fase gira rapidamente o volante para a esquerda gerando assim uma força centrífuga que move o seu corpo para a direita, na curva pretendida (Jones, 2000).

Desde que adoptamos a posição corporal erecta, a força da gravidade incide sobre o corpo humano, colocando muitas vezes em causa o equilíbrio do mesmo. De facto, quando mantemos uma posição erecta estática, nós oscilamos (Duarte, 2000). A posição do centro de massa oscila de um lado para o outro (direcção medial-lateral), da frente para trás e vice-versa (direcção ântero-posterior). Estas oscilações surgem devido à dificuldade que existe em manter os diversos segmentos corporais alinhados entre si, sobre uma pequena base de suporte delimitada pelos pés e utilizando um sistema

muscular esquelético que produz forças que variam ao longo do tempo (Horack, 2006; Melo, 2006). A simples manutenção da posição erecta no comportamento humano quotidiano torna-se uma tarefa complexa, envolvendo um intrincado relacionamento entre a informação sensorial, as funções do sistema motor (responsável pela activação correcta e adequada dos músculos que realizam o movimento) e as funções do sistema nervoso (que integra as informações provenientes do sistema sensorial e envia impulsos nervosos aos músculos, para assim gerarem respostas neuromusculares) (Barela, 2000; Duarte, 2000; Duarte & Freitas, 2010).

O objectivo principal do sistema de controlo postural é manter a projecção horizontal do centro de gravidade do indivíduo, dentro da base de suporte definida pela base plantar (durante a posição erecta estática), de forma a conseguir dar resposta a três desafios importantes: manter o equilíbrio postural na presença da gravidade, gerar respostas que antecipem a mudança de direcção dos movimentos e ser adaptável (Duarte, 2000; Jones, 2000). A estabilidade corporal acontece quando são criados momentos de força sobre as articulações do corpo, de forma a controlar os efeitos da gravidade ou de qualquer outra perturbação (Duarte, 2000).

Problemas como a falta de equilíbrio, parecem ter um impacto negativo na capacidade do indivíduo executar rotinas quotidianas em independência motora (Carvalho & Almeida, 2008; Shailesh & Champa, 2001).

1.2. Controlo postural: orientação e equilíbrio postural

O controlo postural constitui uma tarefa motora complexa, devido à interacção de múltiplos canais sensório-motores, cujos principais objectivos funcionais são a orientação e o equilíbrio postural (Horack, 2006). Na necessidade de diferenciar estes dois fenómenos, a orientação postural é entendida como a capacidade em manter a relação apropriada entre os segmentos corporais (o sistema de coordenadas egocêntrico) e o meio ambiente (o sistema de coordenadas exocêntrico) e depende do controlo do alinhamento corporal e do tónus em relação à gravidade (o sistema de coordenadas geocêntrico), da superfície de apoio, das referências internas e das informações sensoriais (Horack, 2006; Jones, 2000). A orientação de cada parte do corpo pode ser descrita relativamente a cada uma destas estruturas, dependendo do contexto

comportamental. Por exemplo, saber a posição da cabeça em relação ao meio ambiente torna-se importante na estabilização da visão e saber a sua posição em relação ao resto do corpo torna-se importante na manutenção da postura erecta (Horack, 2006; Jones, 2000). A orientação espacial no controlo postural é baseada na interpretação de informação convergente sensorial proveniente dos sistemas somatossensoriais, visuais e vestibulares (Horack, 2006).

O equilíbrio corporal é considerado o estado em que todas as forças que actuam sobre um determinado corpo (força da gravidade, força dos músculos e forças inerciais) estão equilibradas, para que assim, o corpo repouse numa posição pretendida (equilíbrio quasi-estático) ou seja capaz de realizar um determinado movimento sem perder o equilíbrio (equilíbrio dinâmico). De forma resumida, podemos dizer que a tarefa básica do equilíbrio é a manutenção da estabilidade corporal tanto em condição quasi-estática quanto em condição dinâmica (Horack, 2006; Jones, 2000). No entanto, sabe-se que o corpo humano nunca está numa posição de completo equilíbrio, dado que, as forças que actuam sobre ele só são nulas momentaneamente. Assim a “postura estática” torna-se impossível, existindo sempre uma pequena oscilação, que se traduz numa situação dinâmica, onde os ajustes da posição destinados a manter o equilíbrio, se tornam indispensáveis e contínuos (Bankoff, Ciol, Zamai, Schmidt, & Barros, 2004). O corpo humano está, portanto, em constante desequilíbrio mesmo quando busca constantemente por equilíbrio. De salientar, que esse equilíbrio (ou a busca por ele), na posição corporal erecta, é instável devido a perturbações, e dependendo da intensidade das mesmas e se não forem controladas ou anuladas, dificilmente permitem que o corpo volta à sua posição inicial, existindo a possibilidade de ocorrência de quedas (Duarte & Freitas, 2010).

O equilíbrio postural pode ser afectado por vários factores, nomeadamente a natureza da tarefa a realizar, as condições ambientais, as informações sensoriais disponíveis em função da tarefa e a condição da própria pessoa (Duarte, 2000).

Assim, a manutenção do equilíbrio do corpo é atribuída ao sistema de controlo postural, referindo-nos às funções dos sistemas nervoso, sensorial e motor, que desempenham esse papel (Duarte & Freitas, 2010).

1.3. Sistemas do controlo postural

O controlo postural depende de uma complexa interacção entre o sistema nervoso, os sistemas sensoriais e o sistema musculoesquelético (Carvalho & Almeida, 2008).

1.3.1. Sistema nervoso central

O sistema nervoso central tem como função a coordenação das várias articulações e músculos e a regulação das informações sensoriais do sistema somatossensorial, do sistema visual e do sistema vestibular, para manter o equilíbrio e a orientação postural durante a posição em pé, ao caminhar, ao correr, entre outras tarefas (Buchanan & Horack, 1999; Camargo & Fregonesi, 2010; Duarte, 2000; Souza & Pastre, 2006). É da responsabilidade do sistema nervoso o comando, a coordenação e a interpretação dos estímulos nervosos, assim como a organização dos padrões posturais na tarefa do equilíbrio, em função das informações sensoriais disponíveis, das restrições biomecânicas, e das cadências do deslocamento/movimento (Buchanan & Horack, 1999).

1.3.2. Sistemas sensoriais: visual, somatossensorial e vestibular

A literatura revela que para existir equilíbrio corporal, torna-se necessário que o sistema de controlo postural receba informações sobre as posições relativas dos segmentos do corpo e da magnitude das forças que actuam sobre o mesmo; especificamente informações relativamente à posição e velocidade relativa entre os segmentos do corpo e relativamente às informações sobre as pressões que agem na interface segmento/base de suporte (Duarte, 2000) Estas informações são transmitidas pelos três sistemas sensoriais: sistema visual, sistema somatossensorial e sistema vestibular. Por sua vez, a função destes três sistemas baseia-se na captação da informação de uma forma complexa, integrada e diferenciada que permite a elaboração de uma resposta de ajuste e de controlo postural, perante cada perturbação do corpo humano (Camargo & Fregonesi, 2010; Duarte, 2000; McCollum, Shupert, & Nashner, 1996; Mochizuki & Amadio, 2006; T. Oliveira, Santos, Andrade, & Avila, 2008).

(i) Sistema Visual

De uma forma sucinta, podemos dizer que, é através da visão que obtemos as informações mais relevantes sobre o ambiente em que nos encontramos, que temos referências da forma, do tamanho, da cor, da posição e do movimento acerca de tudo o que se encontra ao nosso redor (Campelo, Bankoff, Schmidt, Ciol, & Camai, 2007). A finalidade do sistema visual prende-se com o fornecimento de informações sobre a posição e movimento de um objecto no espaço (exterocepção) e sobre a posição e movimento dos membros, relativamente ao ambiente e ao resto do corpo (propriocepção visual), através dos olhos (Duarte, 2000). Este sistema contribui para manter o balanço natural do corpo, distante dos limites da base de apoio, dando informações relativamente à fixação da posição da cabeça e do tronco quando o centro de massa é perturbado pelo deslocamento da base de suporte (Buchanan & Horack, 1999). A visão fornece informação importante para a manutenção do equilíbrio e da estabilidade postural. Vários estudos têm revelado que a oscilação postural aumenta quando o indivíduo fica na posição de pé no escuro, ou então, quando tem os olhos fechados ou vendados (Paulus, Straube, & Brandt, 1984; Pozzo, Levik, & Berthoz, 1995; Shailesh & Champa, 2001), quando permanece em pé sob superfícies instáveis ou quando realiza uma determinada habilidade motora (Pozzo et al., 1995). Considera-se que a redução na qualidade da informação visual recebida também está relacionada com a ilusão de profundidade visual, a redução na motilidade ocular e acomodação, a imprecisão de fixação, a redução na sensibilidade de contraste, o aumento da distância entre o observador e o cenário visual e a redução na acuidade visual e estéreo.

Todos os factores anteriormente referidos podem afectar o equilíbrio, provocando aumento na oscilação corporal (Shailesh & Champa, 2001).

(ii) Sistema Vestibular

O controlo do equilíbrio e da postura dependem também das informações sensoriais provenientes de vários receptores periféricos, incluindo o aparelho vestibular que alcança o córtex sensorial e os centros de integração no tronco cerebral e no cerebelo; representando a via aferente do mecanismo do equilíbrio. O aparelho vestibular é composto por um labirinto membranoso, constituído pela cóclea (principal

área sensorial da audição) e por um labirinto ósseo constituído pelos dutos semicirculares, com o utrículo e sáculo (área sensorial do equilíbrio) (Goldberg & Hudspeth, 2000; Shailesh & Champa, 2001). Este sistema surge como o responsável pelo fornecimento de informações sobre a posição e movimento da cabeça, relativamente à influência da força de gravidade e às forças inerciais (Goldberg & Hudspeth, 2000).

Os canais semicirculares, preenchidos com fluido, detectam acelerações angulares e são efectivos na detecção de rápidas acelerações; o utrículo e o sáculo, são os dois receptores responsáveis por detectarem as acelerações lineares (Duarte, 2000; Goldberg & Hudspeth, 2000; Mochizuki & Amadio, 2006). Os sinais são transmitidos através do via corticoespinhal e das vias do tronco cerebral até aos músculos periféricos e extra-oculares, representando assim a via eferente do mecanismo de equilíbrio (Shailesh & Champa, 2001).

Entre os três componentes do mecanismo de equilíbrio (visual, vestibular e somatossensorial), o vestibular é o mais especializado e complexo. No entanto, existe uma forte relação entre o sistema vestibular e o sistema visual, dado a informação proveniente dos dois sistemas ser processada e integrada pelo cerebelo. (Shailesh & Champa, 2001)

O cerebelo torna-se importante no controlo do olhar, na estabilidade postural e na marcha, ajuda também a cronometrar e sequenciar a actividade motora, monitorizar essa actividade e facilitar os ajustes correctivos instantâneos dos músculos agonistas e antagonistas. (Shailesh & Champa, 2001).

Os sinais transmitidos dos núcleos vestibulares para a medula espinhal, são um factor importante na manutenção da postura (Goldberg & Hudspeth, 2000), por desempenharem papéis relevantes na selecção de estratégias apropriadas, permitindo o desempenho eficaz de movimentos posturais (Horak, Nashner, & Diener, 1990).

Para uma mesma estimulação vestibular, resultam respostas posturais diferentes, dependendo do nível de activação dos sistemas somatossensorial e visual, o que indica a existência de uma ampla integração intersensorial (Mergner, Huber, & Becker, 1997).

(iii) Sistema somatossensorial

Existem fortes indícios de que o sistema nervoso central, ao realizar reajustes posturais, recorre às aferências somatossensoriais, dado que estas actuam, informando o sistema nervoso da relação entre os diferentes segmentos corporais (Mochizuki & Amadio, 2006). O sistema somatossensorial torna-se diferente dos outros sistemas sensoriais, visto possuir receptores pelo corpo, não estando somente concentrado num local específico do mesmo, e também porque tem a capacidade de responder a diferentes tipos de estímulos que se encontram agrupados em quatro categorias: pressão, temperatura, posição do corpo e dor. Os receptores somatossensoriais de pressão e de posição de corpo, que se encontram na pele, nos tecidos conectivos das articulações, nos músculos, tendões, ligamentos e nos órgãos internos, parecem ser aqueles que melhor se relacionam com o controlo postural (Mochizuki & Amadio, 2006). A grande maioria desses receptores, são considerados mecano-receptores por responderem às distorções físicas como por exemplo o alongamento e a flexão dos membros/articulações. Os receptores proprioceptivos dão informação sobre a posição do corpo e segmentos, sobre a direcção e a intensidade do movimento (Mochizuki & Amadio, 2006). Os músculos esqueléticos possuem dois mecano-receptores proprioceptivos: os fusos neuromusculares (grau de alongamento muscular) e os órgãos tendinosos de Golgi (tensão aplicada ao tendão) (Mochizuki & Amadio, 2006). É então através dos proprioceptores, fusos musculares, órgãos neurotendíneos e receptores articulares e dos mecanoreceptores cutâneos, que esta transmissão de informação é recolhida (Duarte, 2000; Smith, Weiss, & Lehmkuhl, 1996; Souza et al., 2006). As informações somatossensoriais desempenham papéis importantes na selecção de estratégias adequadas para o desenvolvimento de movimentos posturais, tendo em conta diferentes contextos ambientais (F. B. Horak et al., 1990).

As informações resultantes dos sensores plantares, parecem também ser importantes nas questões posturais, uma vez que informam sobre a distribuição da carga entre os dois pés e se a massa corporal está mais para a frente ou mais para trás (Smith et al., 1996). Todas as aferências podais são utilizadas pelo sistema nervoso central, na resposta de manutenção e recuperação da postura e do equilíbrio corporal (Camargo &

Fregonesi, 2010). As informações cutâneas plantares, parecem desempenhar um papel importante na formação de respostas dinâmicas posturais, assegurando os movimentos posturais mais apropriados, em resposta a constrangimentos biomecânicos que podem surgir (superfície de apoio e/ou pé). Considera-se que a redução da informação dos mecanorreceptores da planta do pé pode estar na base de uma diminuição do equilíbrio, aumentando assim o risco de queda, associado a neuropatias periféricas (Horak et al., 1990; Meyer, Oddsson, & De Luca, 2004).

Apesar de se tratarem de sistemas sensoriais diferentes e da probabilidade das informações por eles transmitidos poderem ser degradadas pela condição dos olhos e pelas superfícies móveis ou macias, a verdade é que o ser humano tem a capacidade de se manter em pé. Significa então, que o sistema nervoso tem a habilidade de mudar a fonte principal de informação sensorial, de forma a obter um melhor e maior controlo postural (McCollum et al., 1996). O sistema nervoso, a partir das informações dos múltiplos sistemas sensoriais, elabora estratégias posturais que representam soluções sensório-motoras para o controlo da postura, tais como sinergias musculares, padrões de movimento articulares e forças de contacto (Krishnamoorthy, Goodman, Zatsiorsky, & Latash, 2003; Soares, 2010).

Tudo indica que a informação visual está associada a respostas mais lentas, enquanto as outras informações (vestibulares e proprioceptivas) são conhecidas por serem mais rápidas (Loram, Kelly, & Lakie, 2001). Por outro lado, por vezes o *input* visual surge como o principal meio de manutenção do equilíbrio corporal, quando o sistema de propriocepção é prejudicado (Smith et al., 1996). Lakie & Loram (2001) defendem que os humanos em geral utilizam as informações visuais, vestibulares e proprioceptivas de forma isolada e/ou combinada, quando pretendem realizar qualquer tarefa diária. Neste mesmo contexto, para interpretar ambientes sensoriais complexos, a informação sensorial proveniente dos sistemas somatossensorial, visual e vestibular tem que ser integrada (Peterka, 2002). Quando um indivíduo altera o seu ambiente, necessita de reorganizar a sua dependência relativa a cada um dos sistemas. Num ambiente bem iluminado, com uma base de suporte firme, indivíduos saudáveis utilizam predominantemente a informação somatossensorial (70%), sendo mais reduzido o apoio na informação visual (10%) e vestibular (20%). Por outro lado, em situações cujas

superfícies de apoio são instáveis, ocorre um aumento de informação vestibular e visual, na medida em que diminui a dependência de *inputs* somatossensoriais para a orientação postural (Peterka, 2002). A habilidade da distribuição do peso da informação sensorial, depende do contexto sensorial e torna-se importante para a manutenção da estabilidade quando o indivíduo se move de um contexto para outro (Peterka, 2002).

Dada a importância dos sistemas sensoriais no controlo postural, seria interessante verificar as alterações de processamento da informação visual, vestibular e somatossensorial em indivíduos com modificações contínuas da estrutura corporal, como é o caso da mulher grávida.

1.3.3. Sistema musculoesquelético

Em várias situações do dia a dia, como a posição erecta quasi-estática, por um período de tempo mais prolongado, o relacionamento entre a informação sensorial e a actividade muscular dá-se de uma forma contínua (Barela, 2000; Duarte, 2000). A informação sensorial influencia a realização das acções motoras relacionadas com o controlo postural e, ao mesmo tempo, a realização destas acções motoras influencia a obtenção de nova informação sensorial, num circuito fechado – *close loop* (Collins & De Luca, 1993). Um exemplo disso é quando ocorrem oscilações na manutenção da posição corporal erecta: uma oscilação para a frente é detectada pelos sistemas sensoriais e, conseqüentemente, ocorre uma contracção dos músculos posteriores para que essa oscilação seja controlada. Quando essa oscilação é controlada, é gerado um novo fluxo de informação, indicando a nova direcção da oscilação, de forma a ocorrer uma nova contracção, agora dos músculos anteriores, e assim sucessivamente (Barela, 2000).

Para existir sucesso a nível do controlo postural, torna-se importante não só a intervenção das estruturas nervosas, mas também, das componentes musculoesqueléticas. Por sua vez, as componentes musculoesqueléticas determinam a execução adequada da resposta motora. (Camargo & Fregonesi, 2010; Carvalho & Almeida, 2008). As componentes musculoesqueléticas incluem aspectos como a amplitude de movimento, flexibilidade, propriedades do músculo e relações biomecânicas entre segmentos. Um dos sistemas que mais condiciona a posição

autónoma é o sistema muscular; qualquer défice de força associado à não existência de uma actividade organizada, limitação de força, amplitude de movimento, dor ou controlo dos pés (base de suporte) irá impossibilitar o suporte da massa corporal, afectando o controlo postural durante a posição quasi-estática e durante a marcha (Horack, 2006; Melo, 2006).

Os músculos que são responsáveis pela manutenção da posição corporal erecta são chamados de músculos antigravitacionais, como por exemplo, os músculos do tronco, os músculos flexores das extremidades superiores e os músculos flexores das extremidades inferiores (Smith et al., 1996). Os músculos dos membros inferiores, mais propriamente, os músculos da anca e os músculos do tornozelo, são fundamentais para a manutenção do equilíbrio corporal (Horack, 1987; Nashner & McCollum, 1985; Winter, 1995). O domínio da cintura pélvica, tendo em atenção a ligação que deve existir entre a base de suporte, os membros inferiores e um segmento de equilíbrio (tronco, cabeça e membros superiores), parece também revelar-se determinante, para o controlo de qualquer postura corporal (Smith et al., 1996).

1.3.4. Estratégias de manutenção do equilíbrio postural

O sucesso do controlo postural depende da flexibilidade e adaptação da organização sensorial, assim como das estratégias de manutenção do equilíbrio (Carvalho & Almeida, 2008).

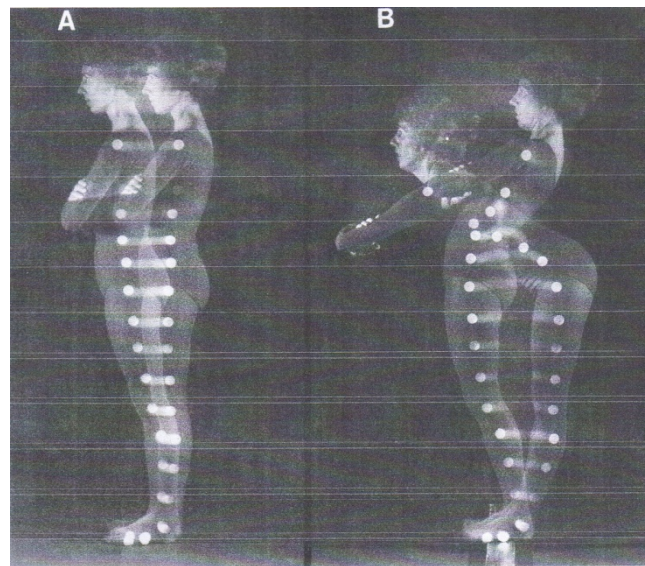
A literatura revela que as respostas posturais automáticas ou reacções compensatórias são caracterizadas pela activação de um conjunto de músculos em resposta a perturbações (Nashner & McCollum, 1985). Estes padrões de actividade muscular e correspondentes características cinemáticas têm sido denominadas de “estratégias posturais”, utilizadas para manter o equilíbrio postural. Em particular, duas estratégias foram consistentes em resposta a perturbações externas aplicadas à superfície de suporte em diferentes velocidades: a “estratégia do tornozelo” e a “estratégia da anca”(Horack, 1987; Nashner & McCollum, 1985). Tudo indica que estas duas estratégias mantêm os pés fixos (estratégia do tornozelo e da anca), existindo ainda uma terceira, “estratégia do passo”, que altera a base de suporte através do passo (Horack, 1987). Quando uma perturbação externa é aplicada à superfície de suporte de forma

lenta, a manutenção de equilíbrio, em adultos, é garantida pela activação sequencial de músculos distais a proximais. Assim, a “estratégia do tornozelo” é activada durante pequenas perturbações, prevendo-se a acção dos flexores-plantares e dos dorsi-flexores do tornozelo para controlarem o característico pêndulo invertido, com o movimento mínimo das articulações da anca e do tornozelo. Em suma, esta acção é caracterizada pela activação dos músculos anteriores e posteriores, do mais distal para o mais proximal, sendo fundamental, quando ocorrem pequenos distúrbios na base de apoio, em superfícies firmes (Horack, 1987; Nashner & McCollum, 1985; Winter, 1995; Winter, Patla, Prince, Ishac, & Gielo-perczak, 1998).

Quando acontecem situações onde as perturbações são mais intensas, ou quando os músculos do tornozelo não podem agir, a “estratégia da anca” assume um papel activo, realizando uma flexão da perna, movendo o centro de massa posteriormente, ou uma extensão da perna, movendo o centro de massa anteriormente. Quando esta estratégia de manutenção do equilíbrio postural é utilizada, a ordem de recrutamento dos músculos é invertida para uma sequência de activação proximal-distal, na tentativa de reduzir deslocamentos do centro de massa. Desempenha um papel importante no controlo de perturbações de maior intensidade e em situações em que as forças rotacionais do tornozelo são insuficientes para mudar o centro de massa corporal, tais como em superfícies estreitas ou instáveis (Horack, 1987; Nashner & McCollum, 1985; Winter, 1995; Winter et al., 1998). Para além da “estratégia do tornozelo” e da “estratégia da anca” existe também a “estratégia do passo” para a manutenção do equilíbrio postural. Esta última permite que exista um realinhamento entre a base de suporte e o centro de massa corporal, com passos rápidos ou saltos, na direcção da fonte externa, causadora de desequilíbrio. Esta estratégia é utilizada sobretudo durante a marcha, sendo também importante no controlo de grandes e rápidas perturbações, que não conseguem ser controladas pela “estratégia do tornozelo” e pela “estratégia da anca” (Horack, 1987).

Durante a manutenção postural erecta, em situações normais, são observados padrões de movimento articular que podem envolver a combinação das três estratégias de manutenção do equilíbrio postural (Duarte, 2000).

Figura 1. Estratégias posturais normais do movimento oscilatório na direcção antero-posterior: (A) “estratégia do tornozelo”, envolve mudanças do centro de massa sobre uma superfície ana; (B) “estratégia da anca”, envolve mudanças no centro de massa sobre uma superfície estreita (Horack, 1987)



(i) Ajuste postural antecipatório no controlo de desequilíbrios posturais

O controlo central da postura expressa-se através de ajustamentos posturais antecipatórios e/ou compensatórios. Ajustamentos posturais antecipatórios são estratégias de manutenção do equilíbrio em resposta às perturbações ou durante deslocamentos voluntários do centro de gravidade (Duarte, 2000). Estes ajustamentos antecipatórios são responsáveis pelo planeamento das perturbações posturais (de forma a minimizá-las com correcções antecipatórias) (Aruin, 2002), pela preparação da postura para o movimento, pelo auxílio na realização do movimento relativamente à velocidade/força e pelo desenvolvimento de momentos de inércia que se opõem aos momentos intersegmentares (que podem criar instabilidades ao movimento) (Duarte, 2000). O conhecimento das potenciais perturbações é incorporado no programa motor e usado para compensar os seus efeitos adversos, realizando uma acção motora antecipatória (*feedforward*). Estas respostas tendem a ser complexas, envolvendo grupos musculares sinérgicos, como por exemplo os quadricípites/isquiotibiais, e requerem uma fase de aprendizagem (embora eventualmente possam ser operacionalizadas automaticamente), sendo desencadeadas por movimentos específicos (Jones, 2000).

O estudo realizado por Barela (2000) refere que o sistema postural procura manter um relacionamento coerente e estável entre a pessoa e o meio ambiente, salientando que a coerência e estabilidade desse relacionamento ocorre através da estratégia de *feedforward*. A informação sensorial é utilizada para obter informação sobre o indivíduo e o meio, de forma a antecipar a ocorrência da acção motora específica e assim reduzir a oscilação corporal (Barela, 2000).

O processo de formação de ajustes posturais antecipatórios é afectado por três factores principais: acção motora, perturbação (magnitude e direcção da perturbação) e tarefa postural (Aruin, 2002). Torna-se importante salientar que os ajustamentos compensatórios surgem como resposta a perturbações reais/actuais de equilíbrio e ocorrem como resultado da baixa eficiência das correcções antecipatória (Aruin, 2002).

(ii) Restrições que influenciam o controlo do movimento

A organização postural não é apenas determinada pelas articulações envolvidas, mas também pela forma pela qual os movimentos das diferentes articulações são coordenados. Existem três categorias de restrições que influenciam o controlo do movimento: as limitações ambientais, como por exemplo as irregularidades do terreno; as propriedades intrínsecas, como por exemplo a altura do centro de massa e o tamanho dos pés; e as restrições intencionais ou de tarefa, como por exemplo a orientação corporal ao acompanhar o movimento de um determinado alvo (Martin, Cahouët, Ferry, & Fouque, 2006).

Estando as grávidas sujeitas a várias alterações fisiológicas, inerentes ao desenvolvimento do feto e crescimento da barriga, seria interessante estudar as estratégias por elas adoptadas, para a manutenção do equilíbrio, ao longo da gravidez.

1.4. Alterações fisiológicas maternas

A gravidez surge como um processo fisiológico natural, compreendido pela sequência de adaptações ocorridas no corpo da mulher, a partir da fertilização. A preparação do corpo para a gravidez, envolve ajustes dos mais variados sistemas. Logo nas primeiras semanas após a concepção, são observáveis alterações fisiológicas no organismo materno, também designadas por sinais ou sintomas de gravidez (Lowdermilk, 2008). Algumas dessas adaptações aparecem antes das necessidades

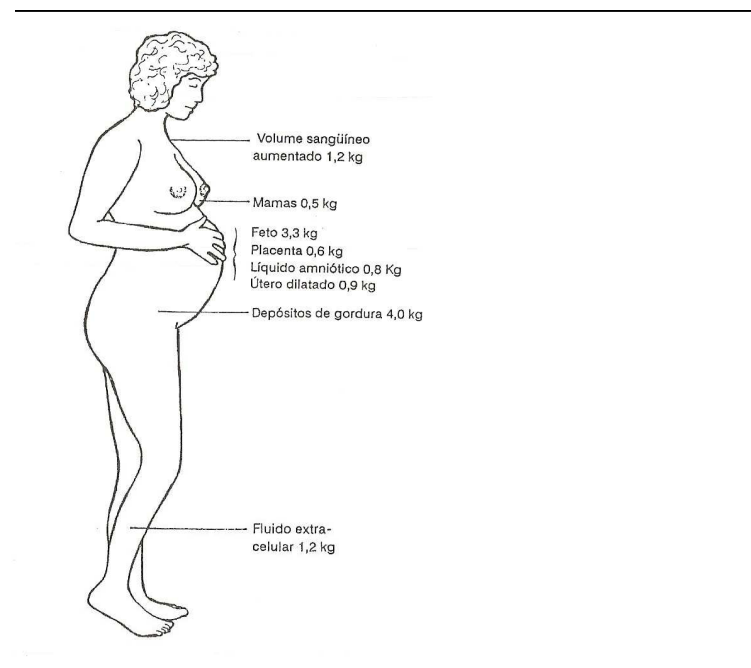
fetais o justificarem, como é o caso do aumento do volume mamário, e outras vão ocorrendo com o desenvolvimento fetal, como por exemplo as adaptações que ocorrem a nível pulmonar (Graça, 2005; Lowdermilk, 2008).

Mudanças mecânicas a nível do esqueleto também ocorrem durante a gravidez, sendo provocadas pela acção hormonal (que aumenta a laxidez ligamentar) e por pressões biomecânicas (que acontecem devido ao aumento do útero e de outros tecidos), que por sua vez, provocam modificações estruturais na estática e dinâmica do esqueleto (Birch et al., 2003; Lowdermilk, 2008; Marnach et al., 2003). Estas adaptações são desencadeadas de forma a protegerem as funções fisiológicas da mulher, responderem às necessidades metabólicas que a gravidez impõe ao seu corpo e criar as condições necessárias para o crescimento e desenvolvimento saudável do feto. Embora estes processos aconteçam de uma forma natural, a gravidez não está isenta de problemas (Lowdermilk, 2008).

1.4.1. Padrão de aumento de massa corporal nos diferentes trimestres

Durante a gravidez, o aumento de massa corporal varia de mulher para mulher. Os riscos fetais e maternos crescem com o excesso ou com o défice de massa corporal materno, antes de engravidar, e quando o ganho ponderal no decorrer da gravidez é muito baixo ou muito elevado (Perry, 2008).

Estudos indicam que o ganho de massa corporal durante a gravidez se situa entre os 10 a 12 kg (Machado, 2005; Polden & Mantle, 2000; Zieguel & Cranley, 1985) podendo, no entanto, atingir um acréscimo de 16 kg (Perry, 2008). O 1º e o 2º trimestres de gravidez correspondem ao crescimento dos tecidos maternos e dos tecidos fetais, sendo indicado para o primeiro trimestre um aumento de 1 a 2,5 kg e após esta fase de aproximadamente 0,4 Kg/semana (Perry, 2008). Este aumento de massa corporal observa-se maioritariamente na zona abdominal anterior à linha de gravidade (Nyska et al., 1997). O aumento de massa corporal correspondente ao 3º trimestre, parece não ser muito reportado pela literatura existente.



A retenção de líquidos também contribui, em muito, para o aumento da massa corporal na mulher grávida, correspondendo a um aumento de cerca de 3 kg num mês, principalmente após a vigésima semana de gravidez. Este aumento na retenção de líquidos, pode acarretar alguns problemas para a grávida, nomeadamente no desenvolvimento da pré-eclâmpsia (Perry, 2008) e do edema, especialmente nos tornozelos (representando uma das queixas mais frequentes das mulheres grávidas) (Polden & Mantle, 2000) . O edema nos tornozelos pode ser também explicado pela sobrecarga ligamentar, provocada pelo aumento da massa corporal, embora se suspeite que as alterações, no tecido conjuntivo, induzidas pelas alterações hormonais, também possam ter influência (Alvarez, Stokes, Asprinio, Trevino, & Braun, 1988).

Torna-se importante salientar que o ganho excessivo de massa corporal, durante a gravidez, pode impor esforços adicionais sobre os ossos maternos, aumentando a probabilidade de fracturas, pressão na coluna vertebral e um maior esforço nas articulações (Polden & Mantle, 2000; Stephenson & O'Connor, 2004).

1.4.2. Alterações musculoesqueléticas e mecânicas da gravidez

Durante a gravidez as desordens a nível do sistema músculo-esquelético são comuns e causam problemas, variando de um leve desconforto a sérias dificuldades (Stephenson & O'Connor, 2004).

As mudanças hormonais e anatómicas são as principais causadoras das síndromes dolorosas nas mulheres grávidas, sendo a mais referida a dor lombar (que envolve a coluna lombo-sagrada e a articulação sacroilíaca), as câibras nas pernas e a dor nos membros inferiores, na articulação da anca e nos joelhos (Artal & O'Toole, 2003; Berg, Hammar, Moller-Nielsen, Linden, & Thorblad, 1988; Foti, Davids, & Bagley, 2000; Ostgaard, Andersson, & Karisson, 1991). O síndrome do túnel do carpo (que provoca formigueiro e dor nocturna na articulação do pulso) e a tendinite de *De Quervain* (resultado da compressão e irritação do tendão do abdutor longo e do extensor curto do polegar) são também referidos, como causadores de dor, pelas mulheres grávidas (Foti et al., 2000; Heckman & Sassard, 1994; Lima & Antônio, 2009).

As alterações fisiológicas que ocorrem neste período accionam grupos musculares, que não possuem função nítida no período pré-gestacional, e sobrecarregam alguns grupos musculares como processo compensatório às alterações na massa corporal e à sua distribuição, gerando fadiga dos mesmos (Foti et al., 2000; Lima & Antônio, 2009). A lordose lombar é inevitável e claramente observável no organismo materno ao longo da gravidez, ocorrendo com frequência no 2º e 3º trimestres de gestação. Pode ser explicada pelo stress exercido por consequência do aumento da massa corporal fetal, pela laxidez da articulação espinal (efeito da hormona relaxina), pelo deslocamento do centro de gravidade para a frente, pelo enfraquecimento dos músculos abdominais (que empurram a bacia para a frente) e pelo relaxamento dos ligamentos sacroilíacos (Lima & Antônio, 2009; Stephenson & O'Connor, 2004).

O efeito hormonal, sobre os ligamentos, origina um aumento na mobilidade das articulações, nomeadamente as que sustentam o peso da coluna, da pelve e dos membros inferiores. Esta laxidez ligamentar e hipermobilidade articular é causada pelo aumento de hormonas esteróides circulantes, particularmente os estrogénios e a relaxina, que surgem especialmente para facilitar o parto. Embora o grau de

relaxamento seja variável de mulher para mulher, o afastamento considerável da sínfise púbica e a instabilidade da articulação sacroilíaca, podem causar dor e dificuldade na marcha (Birch et al., 2003; Graça, 2005; Lima & Antônio, 2009; Lowdermilk, 2008; Stephenson & O'Connor, 2004; Zieguel & Cranley, 1985).

(i) Centro de gravidade e centro de pressão

O desvio do centro de gravidade da mulher grávida deve-se ao aumento do volume do útero, à dilatação do abdómen (Polden & Mantle, 2000) e ao aumento das mamas, o que requer compensações posturais, para manter o equilíbrio e a estabilidade (Konkler & Kisner, 1996).

Alguns autores defendem que o centro de gravidade se desloca para cima e para a frente (Fries & Hellebrandt, 1943; Konkler & Kisner, 1996; Stephenson & O'Connor, 2004), embora outros revelem que o deslocamento é exclusivamente frontal, causando a postura característica da grávida (cifose e lordose da coluna vertebral) (Henscher, 2007; Lowdermilk, 2008; Zieguel & Cranley, 1985).

Durante a gestação a distribuição anormal de massa corporal, principalmente na região do abdómen, pode causar um desequilíbrio para a frente, sendo fulcral respostas compensatórias, por parte do tornozelo, para recuperar o equilíbrio (Duarte, 2000; Oliveira et al., 2009). Torna-se necessário o aumento da actividade muscular, responsável por trazer novamente o centro de massa para dentro da base de apoio/suporte, o que aumenta os valores de oscilação, sugerindo a presença do mecanismo pêndulo invertido (centro de rotação no tornozelo) (Duarte, 2000; Gazaneo & Oliveira, 1998; Nyska et al., 1997; Opala-Berdzik, Bacik, Ciélinisk, Plewa, & Gajewska, 2010; Ribas & Guirro, 2007; Stephenson & O'Connor, 2004) principalmente nas mulheres grávidas que se encontram no 3º trimestre de gravidez (Nyska et al., 1997; Opala-Berdzik et al., 2010). Assim a grávida irá pender ligeiramente para trás permitindo que o peso corporal se desloque sobre os calcanhares, e assim contrabalançar a força frontal que o útero exerce na fase de crescimento (Konkler & Kisner, 1996; Nyska et al., 1997; Winter, 1995). De facto estes resultados têm sido encontrados em vários estudos, onde é afirmado a existência de um deslocamento posterior do corpo inteiro da mulher grávida da posição média da projecção do centro de

gravidade na vertical, com uma base de apoio num plano sagital, no final da gravidez em comparação com o início da mesma (Gazaneo & Oliveira, 1998; Nyska et al., 1997; Opala-Berdzik et al., 2010; Ribas & Guirro, 2007; Stephenson & O'Connor, 2004). Este mecanismo torna-se necessário para diminuir o movimento do corpo e da força de gravidade em relação ao eixo de rotação da articulação dos tornozelos (Duarte, 2000; Gazaneo & Oliveira, 1998; Opala-Berdzik et al., 2010). No entanto, quando existe uma redução na base de apoio, no plano frontal, existe uma forte probabilidade de serem activados outros grupos musculares, como por exemplo os músculos da anca, ao invés dos músculos flexores plantares (L. Oliveira et al., 2009).

A literatura salienta que as alterações resultantes da adaptação do local do centro de gravidade durante a gravidez parecem ser temporárias, visto que, dois meses após o parto a localização do centro de gravidade é a mesma do início da gravidez (Opala-Berdzik et al., 2010).

Após a revisão da literatura, anteriormente apresentada, questiona-se quais serão as variações do centro de pressão e quais as variações nos limites de estabilidade ao longo da gravidez.

(ii) Padrão da marcha

Foti et al.(2000) na análise dos parâmetros cinéticos da marcha durante a gravidez, referem que o movimento permanece relativamente inalterado, apesar do aumento da massa corporal e da sua distribuição pelas partes do corpo. No entanto, durante a marcha da mulher grávida, observam-se mudanças significativas na cinética e na cinemática do membro inferior (Foti et al., 2000; Mann, Kleinpaul, Mota, & Santos, 2010). Os resultados deste estudo referem que alguns parâmetros cinéticos parecem reflectir compensações utilizadas para manter os padrões da marcha normal, apesar do aumento da massa corporal e do deslocamento do centro de gravidade para a frente (Mann et al., 2010; Marques, 2003). Sugere-se que, possa haver um aumento da participação dos músculos adutores e abdutores da coxa, extensores da coxa e dos músculos flexores plantares durante a marcha (Foti et al., 2000; Mann et al., 2010). O uso intenso destes músculos pode contribuir para aparecimento da dor lombar, pélvica,

da anca, câibras musculares, dores nos tornozelos ou dor em qualquer outra parte dos membros inferiores (Foti et al., 2000; Nyska et al., 1997).

A combinação das alterações fisiológicas e biomecânicas, levam a que a grávida coloque mais lentamente o seu peso sobre o membro de apoio, controlando, dessa forma, o movimento de contacto inicial em resposta à carga, embora atinjam mais rapidamente a fase de apoio médio, apoio terminal e pré-balanço (demoram menos tempo a impulsionar-se) (Marques, 2003). Para compensar as alterações na posição do seu centro de gravidade, do aumento de massa corporal e como estratégia de manutenção do equilíbrio corporal, ao caminhar, as grávidas demoram mais tempo a completar a fase de apoio da marcha, caminhando mais lentamente (Santos, Gil, Marques, Boas, & Silva, 2008).

Estudos revelam, que durante a gravidez, as mulheres utilizam uma base de apoio mais alargada (Bird, Menz, & Hyde, 1999; Konkler & Kisner, 1996; Lymbery, Hons, & Guilleard, 2005; Winter, 1995). A base de apoio parece aumentar entre a 16^a e a 40^a semana de gestação, existindo uma rápida diminuição da mesma após o parto (após 24 semanas) (Jang, Hsiao, & Hsiao-Wecksler, 2008). Este facto, parece ser uma estratégia útil, durante a gravidez, para controlar os desequilíbrios provocados por alterações no centro de massa e laxidez ligamentar; e para permitir o movimento livre das pernas, visto que a possível acumulação de massa gorda na região da coxa, pode tornar essa tarefa mais difícil (como verificado em estudos com obesos) (Bird et al., 1999). Estas mudanças no padrão da marcha, podem representar um mecanismo compensatório para impor estabilidade locomotora durante o andar (aumento da base de suporte), assim como importantes implicações na função do movimento do pé e no desenvolvimento de patologias nos membros inferiores na mulher grávida (Bird et al., 1999).

(iii) Postura

Todas as modificações que vão acontecendo, de uma forma gradual, no corpo da mulher durante as fases da gravidez, acrescidas ao aumento de massa corporal, levam a alterações na sua postura e no seu modo de andar (Lowdermilk, 2008).

A postura da mulher grávida sofre várias modificações, sendo a maioria provocadas pela possível acção da relaxina sobre os ligamentos e articulações, pelo

aumento do útero e pelo deslocamento do centro de gravidade (Lowdermilk, 2008; Stephenson & O'Connor, 2004). O útero ganha aproximadamente 6 quilos até ao final da gestação. O seu desenvolvimento caracteriza-se pela existência de uma protusão abdominal, pelo deslocamento superior do diafragma e por mudanças compensatórias na mecânica da coluna vertebral e rotação pélvica (Gazaneo & Oliveira, 1998).

Das várias alterações posturais que ocorrem no organismo materno, a mais característica acontece a nível da coluna vertebral da grávida, onde a curvatura lombo-sagrada se acentua (lordose) (Artal & O'Toole, 2003; Foti et al., 2000; Gazaneo & Oliveira, 1998; Konkler & Kisner, 1996; Lowdermilk, 2008; Stephenson & O'Connor, 2004; Zieguel & Cranley, 1985) estando associada ao aumento da inclinação anterior da pelve, que de uma forma global sofre um aumento de 4 graus (Foti et al., 2000). Como processo compensatório e para manter a linha da visão, a grávida aumenta a flexão anterior da coluna cervical, anteriorizando a posição da cabeça (Gazaneo & Oliveira, 1998). Devido ao crescimento das mamas e ao posicionamento adequado para o cuidado do bebé após o parto, os ombros ficam inclinados para a frente, com rotação interna dos membros superiores, aumentando ainda mais as curvaturas da região cervical e dorsal da coluna vertebral (Lowdermilk, 2008; Stephenson & O'Connor, 2004; Winter, 1995; Zieguel & Cranley, 1985).

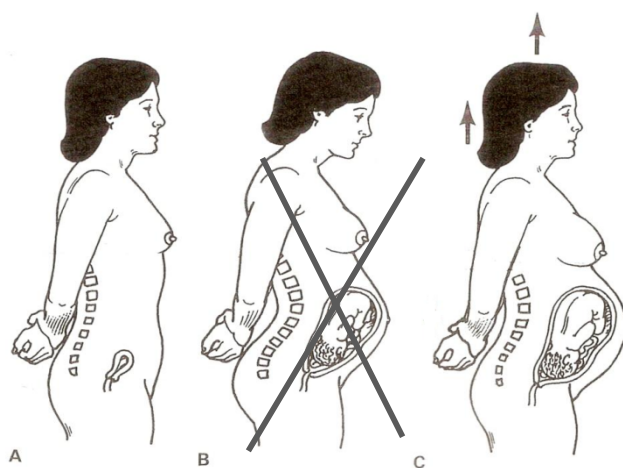


Figura 3. Alterações posturais da grávida: A. Mulher não grávida; B. Postura incorrecta; C. Postura correcta durante a gravidez (Lowdermilk & Perry, 2008)

(iiii) Equilíbrio corporal

Um bom equilíbrio é indispensável para que o ser humano possa realizar, como qualidade, as suas actividades da vida diária. No entanto, com o decorrer da gravidez, algumas destas actividades começam a tornar-se difíceis como, por exemplo, subir escadas, levantar e alcançar objectos, entre outras; e até mesmo perigosas, como actividades que requerem equilíbrio fino e actividades que envolvem mudanças rápidas de direcção (terrenos irregulares, desequilíbrios inesperados), principalmente no 3º trimestre (Konkler & Kisner, 1996).

O equilíbrio postural em mulheres grávidas torna-se realmente um desafio de investigação, tendo sido o objectivo de muitos estudos (ver quadro nº 1).

Quadro 1. Análise da oscilação postural e do centro de pressão, em apoio bipodal, no eixo antero-posterior e medial-lateral em grávidas

Autor/Ano	Tempo gestacional	Condições estudadas	Resultados
(Mann et al., 2011)	G1, G2 e G3	- OA e OF – SF - OA, cabine visual oscilante – SF e SI - OA e OF – SI	- Maior instabilidade antero-posterior e medial-lateral, relativamente ao grupo de controle. - Diferenças entre os grupos, na direcção antero-posterior, para OF/SF, OF/SI e OA/SI. - Diferenças entre o G1 e o G2, para OA/SF, OF/SF e OA/SI, direcção medial-lateral. - Maiores diferenças de COP, na direcção antero-posterior no G2 e no G3 todos os testes. - Ausência de visão revela maiores valores de oscilação. - Aumento das variáveis do equilíbrio quando a dificuldade da tarefa aumenta
(Oliveira et al., 2009)	G1, G2 e G3	OA e OF, pés juntos/pés afastados	- Maior oscilação, avançar da gravidez, para a condição pés afastados e OF. - Aumento na oscilação antero-posterior para OA/ pés juntos e pés afastados. - Redução oscilação lateral para OA/pés juntos. - Maior oscilação do COP no eixo antero-posterior, G3 para OF/pés afastados e OA/pés juntos. - Alteração do controlo postural com supressão de informação visual/base de apoio reduzida.
(Nagai et al., 2009)	G3	OA e OF, superfície vibratória	- Maior oscilação antero-posterior, para OA e OF. - Oscilação medial-lateral quase inalterada.
(Jang et al., 2008)	G2 e G3	AO	- Maior oscilação antero-posterior (comparação grupo de controlo). - Oscilação medial-lateral quase inalterada.
(Ribas & Guirro, 2007)	G1, G2 e G3	AO	- Maior oscilação antero-posterior no 3º trimestre relativamente ao 1º trimestre.
(Butler et al., 2006)	G1, G2 e G3	OA e OF – SF	- Estabilidade postural diminui com o avançar gravidez para OA e OF. Ausência de visão = maiores valores de oscilação.
(Ribas, 2006)	G1, G2 e G3	OA e OF	- Oscilação antero-lateral superior no G3 (comparação G1 e grupo de controlo), todas as condições. - Oscilação medial-lateral sem diferenças.

Nota: OA – Olhos abertos; OF – olhos fechados; SF – superfície firme; SI – superfície instável; G1 – grávidas do primeiro trimestre; G2 – grávidas do 2º trimestre; G3 – grávidas do 3º trimestre; COP – centro de pressão

A literatura revela que a estabilidade postural diminui durante a gravidez, principalmente no 2º e 3º trimestres (Butler et al., 2006; Mann et al., 2010; Mann et al., 2011; Nagai et al., 2009; Ribas & Guirro, 2007). Os desequilíbrios corporais, com o avançar da gestação, parecem aumentar, tanto para a condição de olhos abertos como para olhos fechados (Butler et al., 2006), sendo mais elevada no 3º trimestre relativamente ao grupo das mulheres não grávidas (Butler et al., 2006). A condição ausência de visão (olhos fechados) foi a que revelou maiores valores de oscilação postural (Butler et al., 2006; Mann et al., 2010; Oliveira et al., 2009).

Os estudos apontam para uma maior oscilação/balanço, por parte das mulheres grávidas, na direcção antero-posterior, sendo mais frequente no 3º trimestre de gravidez (Butler et al., 2006; Jang et al., 2008; Mann et al., 2011; Nagai et al., 2009; Oliveira et al., 2009; Ribas, 2006), em ambas as condições, olhos abertos e olhos fechados (Nagai et al., 2009) e também na condição olhos fechados - pés afastados e olhos abertos - pés juntos (Oliveira et al., 2009). Relativamente às oscilações do equilíbrio na direcção medial-lateral durante a gravidez, alguns estudos revelam que os valores permanecerem praticamente inalterados (Butler et al., 2006; Jang et al., 2008; Nagai et al., 2009; Ribas, 2006). A literatura sugere que a oscilação corporal no eixo medial-lateral é estabilizada pela entrada de informação somatossensorial, concluindo que a manutenção da postura em pé, no final do 3º trimestre, é provocada pelo aumento da dependência de pistas somatossensoriais quando o objectivo é responder a desafios físicos (Nagai et al., 2009); ou então é preservada pelo aumento da base de apoio (pés mais afastados) realizado pelas grávidas, para compensar a percepção que elas têm relativamente à sua reduzida estabilidade (Jang et al., 2008). Por outro lado, contrariamente aos dados anteriores, o estudo de Oliveira et al., (2009) revela oscilações na direcção medial-lateral para a condição de olhos fechados e apoios afastados, nas grávidas do 2º e do 3º trimestre de gravidez. Resultados, também encontrados por Mann et al. (2011), afirmando que com o avançar da gravidez, ocorrem maiores instabilidades corporais quer nas variáveis do centro de pressão tanto na direcção antero-posterior como na direcção medial-lateral, relativamente ao grupo de controlo e tendo em atenção várias condições de manipulação sensorial. Os resultados do estudo apontam para um aumento das variáveis do equilíbrio quando a dificuldade da tarefa aumenta (exemplo da superfície instável – almofada de

espuma). Sugere-se que em condições onde existe diminuição da informação dos pés e dos tornozelos (utilização da almofada instável) e de ausência de visão, a grávida é forçada a confiar nos sinais vestibulares, para controlar o equilíbrio. Confirma-se, através dos resultados deste estudo, que a visão é de extrema importância para o desenvolvimento das tarefas, mesmo quando os sistemas proprioceptivos e vestibulares estão presentes (Mann et al., 2011; Oliveira et al., 2009).

Como temos vindo a relatar, alterações naturais que ocorrem no organismo materno, nomeadamente o aumento da massa corporal (materno e fetal) e consequente desequilíbrio no sistema articular, levam a perturbações no centro de gravidade e maior oscilação do centro de forças/pressão, aumentando o desequilíbrio e influenciando a biomecânica da postura, acentuando a lordose lombar e promovendo a mudança da base de apoio (Graça, 2005). Estas alterações podem ser responsáveis pelo aparecimento de dores e desconfortos, e mais preocupante ainda, pela ocorrência de quedas, sendo prevalente entre 13% (Artal & O'Toole, 2003; Butler et al., 2006; Jang et al., 2008) e 25% das mulheres grávidas, representando 17-39% dos traumas maternos (Dunning et al., 2003).

Reconhece-se a importância do equilíbrio e da necessidade do seu correcto e perfeito funcionamento, durante a realização das infinitas tarefas da vida diária do ser humano, como, por exemplo, o andar, o alcançar objectos, o ficar em posição erecta quasi-estática, o sentar, o deitar, o subir escadas, o transportar objectos, entre outros. Contudo, importa salientar, que a literatura existente parece não aprofundar a avaliação do equilíbrio corporal em grávidas durante a realização de tarefas diárias, como por exemplo a subida e a descida de um degrau, já estudado em idosos (Melzer, Liebermann, Krasovsky, & Oddsson, 2010), assim como o estudo de limites de estabilidade (na tentativa de alcançar algo) (Huo, 1999) ou transportar/segurar um objecto como, por exemplo, uma bandeja/mala de senhora, também já estudado em idosos, (Anand, Buckley, Scally, & Elliott, 2003).

Como constatamos anteriormente, dadas as alterações que ocorrem no organismo materno, as grávidas representam uma população muito susceptível a possíveis desequilíbrios, podendo representar sérios problemas de saúde e bem-estar. Assim

sendo, torna-se pertinente a contínua avaliação das alterações que existem no equilíbrio postural em mulheres ao longo de todo o processo de gravidez.

1.5. Métodos de avaliação do equilíbrio postural

O equilíbrio postural tem vindo a ser estudado por vários autores, em várias populações, nomeadamente em crianças (Barela, 2000; Oliveira et al., 2008), em jovens-adultos (Bankoff et al., 2004; Campelo et al., 2007; Danna-Dos-Santos, Degani, Zatsiorsky, & Latash, 2008; Donker, Roerdink, Greven, & Beek, 2007; Duarte, 2000), em adultos (Balasubramaniam, Riley, & Turvey, 2000; Barela, 2000; Campelo et al., 2007) e em idosos (Abrahamova & Hlavacka, 2008; Barnett, Smith, Lord, Williams, & Baumand, 2003; Bezerra, 2009; Camicioli et al., 1997; Hatch, Gill-Body, & Portney, 2003; F. Horak, Henry, & Shumway-Cook, 1997; Lord, Clark, & Webster, 1991; Lord & Menz, 2000; Lord & Ward, 1994; Lord, Ward, Williams, & Strudwick, 1995; Rankin, Woollacott, Shumway-Cook, & Brown, 2000; Wieczorek, 2003; Zammit et al., 2008).

Na grande maioria dos estudos, o instrumento mais frequentemente utilizado, para a realização da avaliação, são as plataformas de forças, embora de diferentes marcas, em diferentes condições e utilizando metodologias de avaliação diferentes (Abrahamova & Hlavacka, 2008; Balasubramaniam et al., 2000; Bankoff et al., 2004; Barela, 2000; Camicioli et al., 1997; Campelo et al., 2007; Donker et al., 2007; Duarte, 2000; Duarte & Freitas, 2010; F. Horak et al., 1997; Oliveira et al., 2008; Rankin et al., 2000; Terekhov, 1976; Wieczorek, 2003; Zammit et al., 2008). Estudos do equilíbrio postural em mulheres grávidas utilizam, de igual forma, essencialmente plataformas de forças como principal instrumento de avaliação (ver quadro nº 2), onde as variações do centro de pressão parece ser o principal factor de estudo (Butler et al., 2006; Jang et al., 2008; Mann et al., 2011; Nagai et al., 2009; Oliveira et al., 2009; Ribas & Guirro, 2007).

No entanto, nos estudos em população idosa, utilizam também o *Swaymeter*, como instrumento de avaliação (Barnett et al., 2003; Lord & Menz, 2002; Lord & Ward, 1994; Lord et al., 1995). O *Swaymeter* tem como objectivo medir os deslocamentos corporais do sujeito ao nível da cintura. O dispositivo consiste numa vara, agarrada ao nível da cintura do sujeito, por um cinto bem firme. A haste mede 40 cm de

comprimento, prorrogada para trás do sujeito e a vara contém uma caneta na ponta para desenhar os movimentos do sujeito num papel milimétrico (que está fixo ao topo de uma mesa de estatura regulável) (Barnett et al., 2003; Lord et al., 1991; Lord & Menz, 2000, 2002; Lord & Ward, 1994; Lord et al., 1995).

1.5.1. Caracterização das plataformas de força

As plataformas de força, utilizadas em estudos com grávidas, são de marca *Kistler* (figura nº5) (Butler et al., 2006; Gilleard et al., 2008; Opala-Berdzik et al., 2010); *AMTI* (figura nº4) (Jang et al., 2008; Mann et al., 2011); *Gravicorder* (figura nº8) (Nagai et al., 2009); *Matscan* (figura nº 6) (Ribas & Guirro, 2007) e *Equitest* (figura nº7) (Gilleard et al., 2008).

Na generalidade as plataformas de força são móveis, equipadas com multi-transdutores, utilizadas para a medição de força. As plataformas são estruturas cuja base é construída em alumínio, com dimensões aproximadas de 60 x 40 cm e 10 cm de espessura, onde surgem montados 4 transdutores de força com 3 componentes (x,y,z). As frequências médias, de aquisição de dados, das plataformas rondam os 300-1000Hz.





A posturografia dinâmica computadorizada – *Neurocom International, Inc.* tem sido recomendada como método eficaz de avaliação postural (Guskiewicz, Ross, & Marshall, 2001; Rio, 2001), utilizada em vários estudos: em população normal especial, nomeadamente em idosos (Topp, Mikesky, & Thompson, 1998; Wrisley & Whitney, 2004) e em grávidas (McCrory et al., 2011) e em população com patologias, nomeadamente portadores de esclerose múltipla (Williams, Roland, & Yellin, 1997), portadores de *Alzheimer* e *Parkinson* (Chong, Jones, & Horak, 1999; Chong, Horak, Frank, & Kaye, 1999), e portadores de diabetes mellitus (Di Nardo et al., 1999). A posturografia dinâmica computadorizada permite testar a habilidade de uma pessoa manter o equilíbrio, usando de forma efectiva impulsos visuais, vestibulares e somatossensoriais separadamente, assim como suprimir ou compensar informações sensoriais imprecisas ou desafiadoras (Shailesh & Champa, 2001).

No entanto, torna-se importante salientar, que a maioria dos estudos anteriormente referidos (principalmente em idosos e em grávidas), utiliza com instrumento específico a plataforma de forças de marca *Equitest* (Camicioli et al., 1997; McCrory et al., 2011; Wrisley & Whitney, 2004; Zammit et al., 2008), existindo também, embora reduzidos, alguns estudos que utilizem a plataforma de forças *Balance Master* (Brech et al., 2012; Jbabdi et al., 2008; Tomomitsu et al., 2013).

A plataforma de forças *Balance Master* da *Neurocom International, Inc.*, permite a avaliação do equilíbrio postural (durante actividades, como por exemplo subir para uma cadeira, sentar/levantar ou marchar) e o treino do equilíbrio por parte dos pacientes (bateria de exercícios: nível fácil, médio ou elevado), desenvolvendo capacidades motoras importantes, quando as limitações funcionais são diagnóstico ortopédico, neurológico, vestibular ou geriátrico (Neurocom International, 1998).

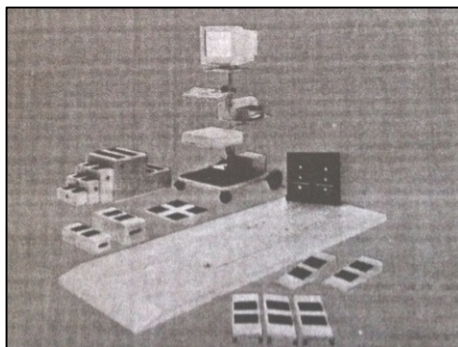


Figura 9. Imagem da plataforma de forças, posturografia dinâmica computadorizada-*Balance Master*

Da consulta bibliográfica realizada, parece não existirem estudos que utilizam como instrumento de investigação, para o equilíbrio postural em mulheres grávidas, a plataforma específica *Balance Master* (*Neurocom International*).

1.5.2. Condições de realização dos testes

As condições de realização dos testes também variam de estudo para estudo (ver quadro nº2). Na grande maioria dos estudos, o sujeito é colocado em apoio bipodal (Butler et al., 2006; Gazaneo & Oliveira, 1998; Jang et al., 2008; Mann et al., 2011; McCrory, Chambers, Daftary, & Redfern, 2010b; Nagai et al., 2009; Oliveira et al., 2009; Ribas, 2006; Ribas & Guirro, 2007), variando a condição da visão, dado que alguns estudos avaliam os sujeitos com olhos abertos/olhos fechados (Butler et al.,

2006; Mann et al., 2011; Nagai et al., 2009; Oliveira et al., 2009; Ribas, 2006) e outros estudos avaliam os sujeitos somente com os olhos abertos (Jang et al., 2008; Ribas & Guirro, 2007). Os testes realizados em condições de olhos abertos/olhos fechados e o seu rácio (*Romberg ratio*) surgem frequentemente associados aos estudos de avaliação do controlo postural, para estimar a influência dos sistemas visuais e vestibulares na manutenção da postura (Laughton et al., 2003; Liu, Higuchi, & Motohashi, 2001; Lord et al., 1991).

A superfície de apoio também parece variar, sendo que alguns estudos avaliam os sujeitos em superfície firme/superfície instável (Mann et al., 2011), em superfície firme (Butler et al., 2006; Jang et al., 2008; Ribas, 2006; Ribas & Guirro, 2007) em plataforma vibratória (McCrory, Chambers, Daftary, & Redfern, 2010a; Nagai et al., 2009) e com os pés juntos/pés afastados (Oliveira et al., 2009).

Os parâmetros de avaliação parecem, da mesma forma, variar de estudo para estudo, por exemplo, alguns avaliam o *path length* e o deslocamento radial (Butler et al., 2006; Jang et al., 2008), outros avaliam o *path length* e o deslocamento medial-lateral (Jang et al., 2008; Mann et al., 2011; Nagai et al., 2009; Oliveira et al., 2009; Ribas & Guirro, 2007) e outros ainda, avaliam o deslocamento bidimensional (Collins & De Luca, 1993; Laughton et al., 2003).

De uma forma geral, o *path length* corresponde à distância percorrida do centro de pressão (eixo antero-posterior) desde o ponto inicial, o deslocamento radial corresponde ao deslocamento radial do centro de pressão e o deslocamento medial-lateral, como o próprio nome indica, corresponde à distância percorrida do centro de pressão (eixo medial-lateral) desde o ponto inicial.

O estudo específico do equilíbrio postural em mulheres grávidas na subida/descida de um degrau, na execução de um movimento na tentativa de alcançar algo, assim como no transporte de um objecto, como por exemplo uma bolsa de senhora, parece não ser muito reportado pela literatura. Contudo, o estudo de Gilleard et al.(2008) parece ser um dos pioneiros no estudo dos movimentos diários da grávida, ao longo da gestação, nomeadamente na análise da cinemática e cinética dos membros inferiores e tronco sentar e levantar de uma cadeira.

Quadro 2. Instrumentos e testes utilizados em estudos de avaliação do equilíbrio e controle postural em grávidas

Autor/Ano	Avaliou	Instrumento de Medida	Condições de realização dos testes
(Mann et al., 2011)	Equilíbrio e Quedas	Plataforma de força <i>AMTI</i>	- Apoio bipodal - OA e OF – SF - OA, cabine visual oscilante - SF e SI - OA e OF - SI
(McCrory et al., 2010a)	Equilíbrio e Quedas	Plataforma de forças <i>Equitest</i>	Apoio bipodal. Plataforma vibratória
(Opala-Berdzik et al., 2010)	Centro de gravidade	Plataforma de forças <i>Kistler</i>	- OA, apoio bipodal
(Oliveira et al., 2009)	Equilíbrio	Plataforma de forças: estabilometria	- OA e OF, apoio bipodal, pés juntos/afastados
(Nagai et al., 2009)	Ansiedade e Equilíbrio	Plataforma de forças <i>Gravicorder</i>	- OA e OF, apoio bipodal, superfície vibratória
(Jang et al., 2008)	Equilíbrio e Quedas	Plataforma de forças <i>AMTI</i>	- OA/SF, apoio bipodal
(Ribas & Guirro, 2007)	Pressão plantar e equilíbrio	Plataforma de forças <i>Matscan</i>	- OA, apoio bipodal
(Butler et al., 2006)	Equilíbrio e Quedas	Plataforma de forças <i>Kistler</i>	- OA e OF - SF, apoio bipodal.
(Ribas, 2006)	Pressão plantar e deslocamento do centro de força	Baropodometria computadorizada/ Plataforma de forças <i>Matscan</i>	- OA e OF, apoio bipodal - OA, apoio unipodal
(Gilleard et al., 2008; Lymbery et al., 2005)	Cinética e cinemática dos membros inferiores na subida para a cadeira	<i>Expert Vision Analysis System/</i> plataforma de força <i>Kistler</i>)	- Sentar e levantar de uma cadeira

OA – Olhos abertos; OF – olhos fechados; SF – superfície firme; SI – superfície instável

Relativamente à plataforma de forças *Balance Master – Neurocom International, Inc.*, os testes que esta permite realizar, surgem apresentados por níveis. No nível 1, são apresentados os testes: *weight bearing (standing)*; *modified CTSIB* (olhos abertos/olhos fechados na superfície instável; olhos abertos/olhos fechados na superfície firme); *limits of Stability*, *rhythmic weight shifts at 3-second pace* (frente/trás, direita /esquerda); *sit-to-stand* e *walk*. No nível 2 são apresentados os seguintes testes: *weight bearing* (agachamentos com 30° e 60° de flexão do joelho); *modified CTSIB* (olhos abertos/olhos fechados na superfície instável; olhos abertos/olhos fechados na superfície firme); *limits of Stability*, *rhythmic weight shifts at 2-second pace* (frente/trás, direita/esquerda); *walk*; *step/quik turn* e *step up/over (8`` curb)*. No nível 3, são apresentados os testes: *weight bearing* (agachamentos com 30°, 60° e 90° de flexão do joelho); *unilateral stance* (superfície firme); *limits of stability*; *rhythmic weight shifts at 1-second pace* (frente/trás, direita/esquerda); *tandem walk*; *forward lung*; *step up/over (12`` curb)*.

Sendo uma plataforma de forças inovadora, com múltiplas funcionalidades e já utilizada em estudos, noutras populações, colocamos em questão se esta plataforma poderá ser utilizada como instrumento de avaliação do equilíbrio postural em mulheres grávidas.

2. OBJECTIVOS DO ESTUDO

Em função do anteriormente exposto foram definidos os seguintes objectivos.

2.1. Objectivo geral

Perceber as variações do equilíbrio postural em grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez.

2.2. Objectivos específicos

1 - Verificar as diferenças do controlo postural entre as grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, em superfície firme (olhos abertos e olhos fechados) e em superfície instável (olhos abertos e olhos fechados).

2 - Verificar as diferenças do controlo postural entre as grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, em superfície firme (olhos abertos e olhos fechados) e em superfície instável (olhos abertos e olhos fechados), normalizado à estatura.

3 - Verificar as diferenças do controlo postural entre as grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, em superfície firme (olhos abertos e olhos fechados) e em superfície instável (olhos abertos e olhos fechados), normalizado ao tamanho do pé.

4 - Avaliar as diferenças no tempo de reacção e na velocidade de movimento do centro de pressão, na exploração do limite de estabilidade postural entre as grávidas do 2º e no 3º trimestres de gravidez.

5 - Avaliar as diferenças no tempo de reacção e na velocidade de movimento do centro de pressão, na exploração do limite de estabilidade postural entre as grávidas do 2º e no 3º trimestres de gravidez, normalizado à estatura.

6 - Avaliar as diferenças no tempo de reacção e na velocidade de movimento do centro de pressão, na exploração do limite de estabilidade postural entre as grávidas do 2º e no 3º trimestres de gravidez, normalizado ao tamanho do pé.

7- Avaliar as diferenças do controlo postural em situação de subida e descida de um degrau, entre as grávidas que se encontram no 2º e 3º trimestres de gravidez (força exercida pelo membro inferior, tempo de movimento e força de impacto).

8 - Avaliar as diferenças do controlo postural em situação de subida e descida de um degrau, entre as grávidas que se encontram no 2º e 3º trimestres de gravidez, normalizado à estatura.

9 - Avaliar as diferenças do controlo postural em situação de subida e descida de um degrau, entre as grávidas que se encontram no 2º e 3º trimestres de gravidez, normalizado ao tamanho do pé.

10 - Verificar a influência do transporte de um objecto pessoal no controlo postural nas mulheres grávidas (2º e 3º trimestres de gravidez), em superfície firme e com os olhos abertos.

11 - Investigar a correlação entre o controlo postural, a estatura, o IMC e o tamanho do pé.

12 – Perceber a capacidade da plataforma *Balance Master – Neurocom International Inc.* de avaliar e detectar as diferenças do controlo postural entre grávidas do 2º e 3º trimestre de gravidez.

3. METODOLOGIA

Este capítulo sistematiza o desenho do estudo, descreve a situação experimental envolvendo a caracterização da amostra, material e métodos prévios inerentes à recolha de medidas antropométricas e à avaliação do equilíbrio postural: teste *modified CTSIB (MCTSIB)*, teste *limits of stability* e teste *step up/over*; recolha e processamento de dados e as técnicas estatísticas aplicadas.

3.1. Desenho do estudo

O presente estudo, trata-se de um estudo transversal, constituído por mulheres grávidas que se encontram no 2º e no 3º trimestres de gravidez. Os indivíduos seleccionados foram avaliados em termos de equilíbrio postural estático e dinâmico, com os olhos abertos e com os olhos fechados.

Para o recrutamento das grávidas, foi elaborado um documento explicativo dos objectivos do estudo, descrição dos testes, os possíveis riscos e obrigações, caso aceitassem voluntariamente, a participar no estudo (anexo A). A informação foi difundida, essencialmente, em aulas de preparação para o parto. Foi pedido às grávidas, que voluntariamente acederam participar no estudo, uma visita a uma Clínica de Medicina Desportiva, onde seriam recolhidas as medidas antropométricas (massa corporal, estatura, tamanho do pé) e realizados os seguintes testes de equilíbrio, através de uma plataforma de forças: o teste *modified CTSIB (MCTSIB)*, o teste *limits of stability*, e o teste *step up/over (8'' curb) – left/right*. As avaliações decorreram entre os meses de Agosto, Setembro e Outubro de 2011.

3.2. Amostra

Para a realização deste estudo foi considerada a população das grávidas residentes na região do Alto Minho (distrito de Viana do Castelo) e a amostra foi seleccionada por conveniência. Foram recrutadas 20 grávidas jovens-adultas, estando 10 no 2º trimestre de gravidez (da 13ª e a 24ª semana) e 10 no 3º trimestre de gravidez (a partir da 25ª semana), períodos gestacionais sugeridos por Ribas & Guirro (2007).

Os critérios de inclusão para a formação da amostra foram: 1) mulheres grávidas com tempo de gestação entre as 13ª e as 24ª semana (2º trimestre) ou após a 25ª semana

de gravidez (3º trimestre); 2) gravidez de baixo risco, 3) feto único (McCrory et al., 2010a), 4) ausência de diabetes ou outras patologias sistémicas, 5) ausência de alterações de sensibilidade, circulatórias e de pele, neuropatia ou vestibulopatia e/ou patologias musculoesqueléticas anteriores à gravidez (Ribas & Guirro, 2007), 6) mulheres grávidas com independência motora.

Como critérios de exclusão da amostra incluem-se as seguintes condições médicas: 1) intercorrências do ciclo gravídico (Ribas & Guirro, 2007), lúpus, artrite reumatóide, afecções neuro-musculares ou neurológicas, 2) gravidez de alto risco, 3) apresentar qualquer tipo de doença associada como a diabetes mellitus gestacional, hipertensão arterial (Butler et al., 2006) , 4) ingestão de medicamentos que afectem o equilíbrio postural e qualquer outra condição médica que afecte a estabilidade postural.

Das 20 grávidas inicialmente recrutadas, 5 abandonaram o estudo; 2 não respeitavam os critérios de inclusão para a possível participação e 1 manifestou desmotivação. Assim sendo, a amostra final foi composta por 7 grávidas no 2º trimestre de gravidez e 5 grávidas no 3º trimestres de gravidez.

As características antropométricas da amostra final estão apresentadas no quadro nº 3.

Quadro 3. Características antropométricas da amostra

	Idade (anos)	Massa corporal (Kg)	Estatura (m)	IMC
2º trimestre (N=7)	32.57±3.16	71.16±13.85	1.61±0.06	27.41±5
3º Trimestre (N=5)	31.60±3.91	71.30±7.18	1.65±0.06	26.12±2.13
Total	32.17±3.35	71.22±11.11	1.63±0.06	26.87±3.96

Todas as mulheres grávidas assinaram o consentimento informado (anexo B) para participarem livremente no estudo. Esta investigação foi aprovada pelo Concelho Técnico-Científico do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

3.3. Material e Métodos

As avaliações foram feitas em duas fases. Numa primeira fase foram recolhidas as medidas antropométricas e numa fase posterior (2 a 5 dias mais tarde), foi realizada a avaliação do equilíbrio postural.

3.3.1. Medidas antropométricas

As medidas antropométricas (massa corporal, estatura e o tamanho do pé) foram recolhidas segundo as normas estabelecidas pelo *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006).

A variável massa corporal foi avaliada através de uma balança (SECA, modelo 770, Germany), conforme a figura nº 10. Cada grávida foi avaliada descalça e com vestuário leve, sendo registado o seu massa corporal em quilogramas.



Figura 10. Posição da grávida na avaliação da massa corporal

A estatura foi avaliada através de um estadiômetro (*Leicester Height Measure*, Tanita UK Ltd). Foi pedido que cada grávida, em posição ortostática, coloca-se os braços ao longo do tronco, as costas direitas, mantendo o olhar em frente, estando a posição da cabeça segundo o plano de Frankfurt, conforme a figura nº 11.



Figura 11. Posição da grávida para avaliar a estatura

O tamanho do pé de cada grávida, foi medido através de um antropómetro (*Lafayette Instrument Company*, modelo 01290, Índia). Com os pés descalços, foi medida a maior distância entre a parte longa do dedo do pé e a parte mais posterior do calcâneo, conforme a figura nº 12.



Figura 12. Posição da grávida para avaliar o tamanho do pé

3.3.2. Avaliação do equilíbrio postural

Cada grávida foi avaliada com vestuário leve e descalça. Previamente à avaliação foram explicados os detalhes de cada teste, e individualmente todas experienciaram os testes duas vezes, antes do registo dos dados. Os testes foram realizados numa plataforma de forças *Balance Master 6.1 – N.B.M* (Neurocom International, Clackamas, OR 97015-9611 USA). Entre cada teste a grávida descansou cerca de 5 minutos, para

evitar o aparecimento de fadiga. Cada teste foi realizado 3 vezes, sendo registada a melhor performance. Os testes foram realizados de forma aleatória.

Para a avaliação do equilíbrio postural foram realizados três testes:

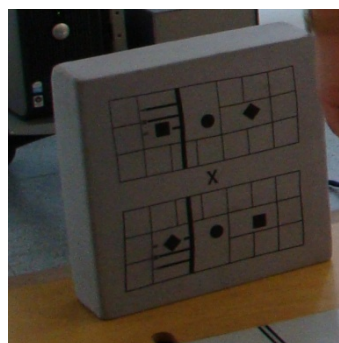
(i) Teste *modified CTSIB (MCTSIB)*:

O objectivo deste teste é identificar as diferenças nos contributos dos três sistemas sensoriais no controlo postural: somatossensorial, visual e vestibular.

Cada mulher grávida, permaneceu sobre a plataforma de forças, em posição ortostática bipodal, mantendo o olhar na direcção de uma figura, colocada na parede ao nível dos olhos e a 3 m de distância (Jang et al., 2008), com os braços ao longo do corpo e os pés sobre a linha previamente marcada na plataforma (firme e instável). Cada grávida foi instruída a alinhar a zona média do maléolo com a linha larga azul, marcada na plataforma e o calcanhar sobre a linha de apoio apropriada à sua estatura (ver figura nº 13).



A



B

Figura 13. Posição dos pés na avaliação do equilíbrio postural em superfície firme (A) e instável (B)

O Teste *modified CTSIB (MCTSIB)* envolve as seguintes condições:

Superfície firme:

- Apoio bipodal, olhos abertos (Butler et al., 2006; Jang et al., 2008; Mann et al., 2011; Oliveira et al., 2009; Ribas, 2006). Duração de cada prova = 10 segundos. Número de provas: três (ver figura nº 14).

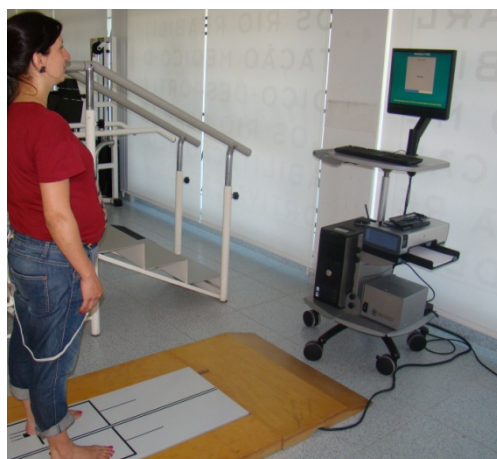


Figura 14. Posição da grávida no teste *modified CTSIB (MCTSIB)* para apoio bipodal, superfície firme e olhos abertos

- Apoio bipodal, olhos fechados (Butler et al., 2006; Mann et al., 2011; Oliveira et al., 2009; Ribas, 2006). Duração de cada prova = 10 segundos. Número de provas: três.

- Apoio bipodal e olhos abertos, carregando uma mala de senhora com 2,5 kg (no ombro dominante). Duração de cada prova = 10 segundos. Número de provas: três (ver figura nº 15).



Figura 15. Posição da grávida no teste *modified CTSIB (MCTSIB)* para apoio bipodal, superfície firme, olhos abertos e carregando uma mala de 2,5 kg

Superfície instável:

- Apoio bipodal, olhos abertos (Mann et al., 2011). Duração de cada prova = 10 segundos. Número de provas: três (ver figura nº 16).

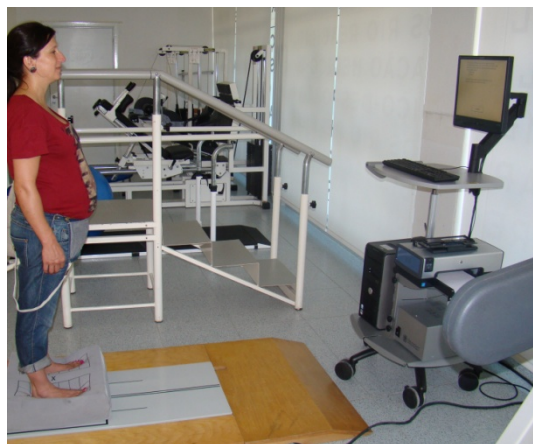


Figura 16. Posição da grávida no teste *modified CTSIB (MCTSIB)* para apoio bipodal, superfície instável e olhos abertos

- Apoio bipodal, olhos fechados (Mann et al., 2011). Duração de cada prova = 10 segundos. Número de provas: três.

- Apoio bipodal e olhos abertos, carregando uma mala de senhora com 2,5 kg (ombro dominante). Duração de cada prova = 10 segundos. Número de provas: três (ver figura nº 17).

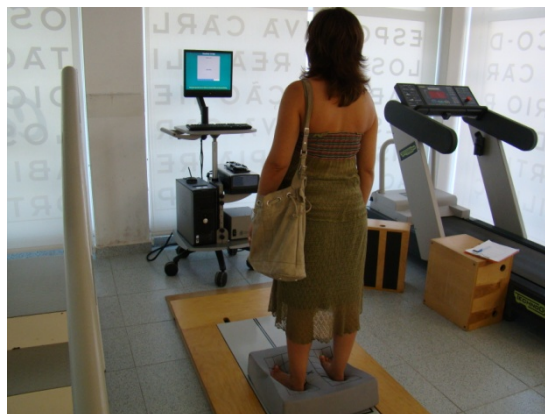
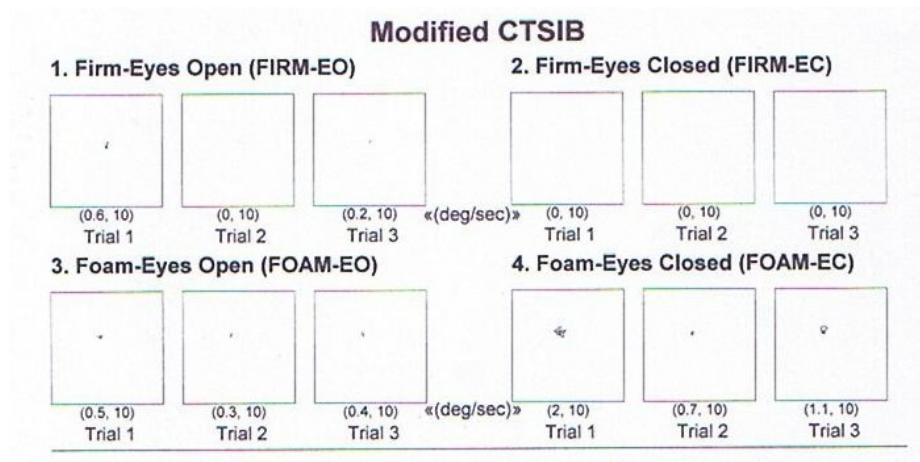


Figura 17. Posição da grávida no teste *modified CTSIB (MCTSIB)* para apoio bipodal, superfície instável, olhos abertos e carregando uma mala de 2,5 kg

Através da aplicação do teste *modified CTSIB (MCTSIB)* avaliamos a velocidade de oscilação do centro de gravidade (graus/segundo) em superfície firme – olhos abertos



– olhos abertos com mala

(ii) - O teste *limits of stability*:

A região no espaço, em que cada pessoa normal consegue mover o seu centro de gravidade sem alterar a sua base de suporte, é chamada de limite de estabilidade. Corresponde à máxima distância que uma pessoa pode percorrer numa determinada direcção (medida como a distância angular da vertical) sem perder o equilíbrio, sem dar um passo e/ou tocar em algo para se equilibrar. Este teste quantifica várias características do movimento associadas à habilidade voluntária de balanço/transporte para várias localizações no espaço, com breve permanência em cada uma das posições (ver figura nº 19).

Cada grávida permaneceu sobre a plataforma de forças (base de apoio firme), na mesma posição anteriormente referida para o teste *modified CTSIB (MCTSIB)*.

Durante o teste a posição do centro de gravidade da grávida surge representada por um cursor, fornecendo feedback visual (ver figura nº 20 A). O quadrado central representa a posição inicial de partida do centro de gravidade que, por sua vez inicia o movimento mal o sinal (circulo azul) se acenda no ponto de referência a ser alcançado (ver figura nº 20 A). Duração de cada prova foi de 8 segundos e o número de referências

foram oito (1-frente, 2-frente/direita, 3-direita, 4-direita/trás, 5-trás, 6-esquerda/trás, 7-esquerda, 8-esquerda/frente) (ver figuras nº 20 A e 19 B).

Para a análise dos resultados são utilizadas 4 posições: frente, trás, direita e esquerda. Os valores das 3 transições frontais (frente, frente direita e frente esquerda) são combinados, originando um valor médio para a posição frente. Os valores das 3 transições de trás (trás, trás direito e trás esquerdo) são combinados, originando um valor médio para a posição trás. Os valores das 3 transições da direita (direita, direita frente e direita trás) são combinados originando um valor médio para a posição direita. Os valores das 3 transições da esquerda (esquerda, esquerda frente e esquerda trás) são combinados originando um valor médio para a posição esquerda.

O valor médio das posições é efectuado através da seguinte fórmula, tendo como exemplo a posição frente: $0,7 \text{ (valores frente esquerda)} + 0,7 \text{ (valores frente direita)} + 1 \text{ (valores frente)} / 0,7+0,7+1$ (Neurocom International, 1998).

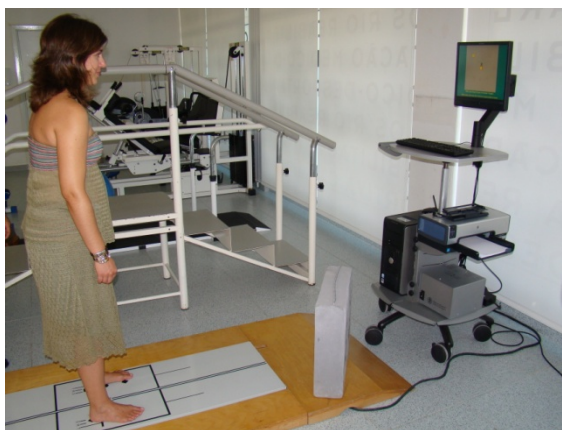
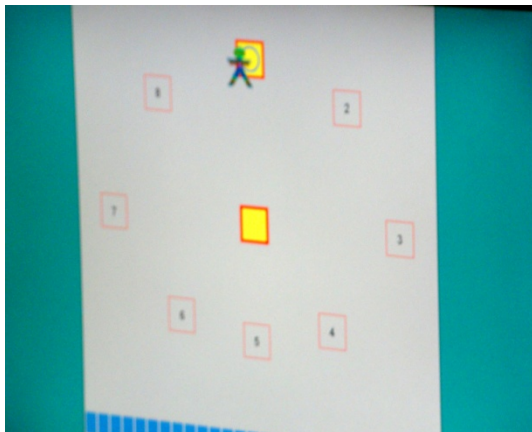
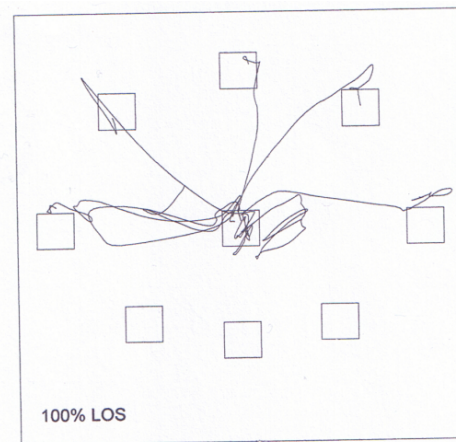


Figura 19. Posição da grávida no teste *limits of stability*



A



B

Figura 20. A – Imagem visual dos 8 pontos de referência, durante a realização do teste *limits of stability*; B – Registo da prestação de uma grávida na realização do teste *limits of stability*

Através da aplicação do teste *limits of stability* avaliamos:

- (RT) Tempo de reacção: O tempo em segundos entre o sinal de partida e o início do movimento. Neste caso, o sinal de partida é o aparecimento do círculo azul na zona do alvo a atingir (ponto de referência).

- (MVL) Velocidade de movimento: Corresponde à velocidade média do movimento do centro de gravidade, expressa em graus por segundo; entre 5% e 95% da distância desde o início do movimento até o desfecho primário (*endpoint*) (ver figura nº 21).

- (EPE) *Endpoint excursion*: Corresponde à distância percorrida pelo centro de gravidade numa tentativa primária, para atingir o objectivo, expresso em %. O desfecho (*endpoint*) é considerado o ponto em que o movimento inicial em direcção ao alvo termina, e começam subsequentes movimentos de correcção. Este ponto é atribuído pelo computador, que detecta se o movimento do centro de gravidade chega a zero (se parou), ou se o centro de gravidade se move para longe do alvo (ver figura nº 21).

- (MXE) *Maximum excursion*: Corresponde à distância mais longa percorrida pelo centro de gravidade durante a tentativa. Pode ser maior do que o *endpoint excursion* se o

indivíduo fizer tentativas adicionais e correctivas para atingir a meta, caso a tentativa primária fique aquém do alvo a atingir (ver figura nº 21).

- (DCL) Controlo direccional: Consiste na comparação da quantidade de movimento na direcção pretendida (em direcção ao alvo) e a quantidade de movimentos estranhos (longe do alvo). Controlo direccional é calculado por uma fórmula e é expresso em percentagem: quantidade de movimento pretendido (destinado) – quantidade de movimentos estranhos / quantidade de movimento pretendido (destinado). Se todos os movimentos são directamente realizados na direcção do alvo (numa linha recta), então a quantidade de movimentos estranhos será igual a zero, sendo uma pontuação perfeita do controlo direccional, igual a 100%.

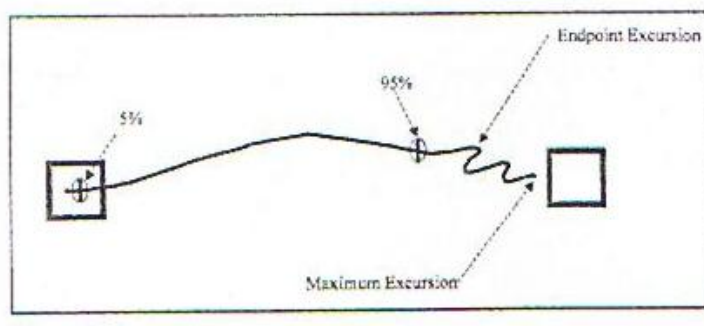


Figura 21. Representação gráfica do teste *limits of stability* para a avaliação de: *movement velocity, endpoint & max excursions*

(iii) - O teste *step up/ over (8`` curb) – left/right*:

O teste consiste na subida e descida de um degrau de altura *standard* (20 cm) (ver figura nº 22) com 3 tentativas para o pé esquerdo e 3 tentativas para o pé direito.



Figura 22. Degrau de altura *standard* (20 cm) para avaliação do teste *step up/over*

O objectivo deste teste é quantificar as várias características do movimento, quando 1) o indivíduo apoia o 1º pé no degrau (subida), 2) realiza o balanço com a perna oposta (passando por cima do degrau), 3) apoia o 2º pé no chão (descida do degrau) e 4) seguidamente apoia o 1º pé, terminando o registo do teste (ver figura ° 23).



Figura 23. Posição da grávida na realização do teste *step up/ over* (8`` curb) – *left/right*

Antes da realização do movimento, cada grávida permanece sobre a plataforma de forças, um pouco atrás do degrau, zona delimitada na própria plataforma de forças (ver figura nº 24).



Figura 24. Posição inicial da grávida na realização do teste *step up/ over* (8`` curb) – *left/right*

Os parâmetros de avaliação deste teste foram:

- *Mean lift-up index*: Média do máximo de força exercida pelo membro inferior, no movimento de subida para o degrau, expressa em percentagem da massa corporal. Corresponde ao índice da subida (força para subir). Os valores de cada conjunto de três tentativas, realizadas com a perna esquerda, são somados e divididos por três produzindo assim a média do lado esquerdo; os valores das três tentativas, realizadas com a perna direita, são somados e divididos por três, para formar a média do lado direito (ver figura nº 25).

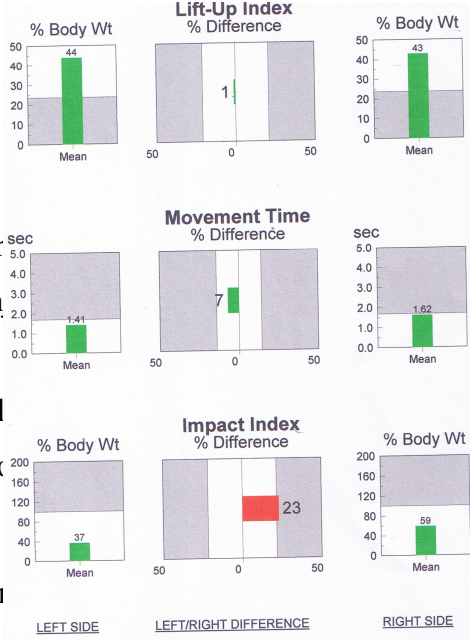
- *Mean lift-up index difference*: Comparação da média relativamente à quantidade de força exercida pela perna esquerda e pela perna direita, expressa em percentagem. Se cada perna produzir uma quantidade de força similar, a diferença é igual a zero (0%). Caso a perna esquerda produza 26% de força e a perna direita 30%, então os cálculos são: $30\% - 26\% / 30\% + 26\% \times 100\% = 8\%$. Assim, será produzida mais força (8%) com a perna direita (ver figura nº 25).

- *Mean movement time*: Média do tempo necessário para completar a subida e descida da plataforma, expressa em segundos. O registo começa com a mudança inicial do centro de gravidade para a perna que não apoia na plataforma (perna em atraso/balanço), e termina com o impacto da perna que apoia na superfície da plataforma. Os valores de cada conjunto de três tentativas, realizadas com a perna esquerda, são somados e divididos por três para produzir a média do lado esquerdo; os valores das três tentativas, realizadas com a perna direita, são somados e divididos por três para formar a média do lado direito (ver figura nº 25).

- *Movement time difference*: Comparação das médias do tempo de movimento sobre a perna direita e esquerda, expressa em percentagem. Se cada perna realiza o movimento em tempos similares, a diferença é igual a zero (0%). Caso a média do movimento realizado pela perna esquerda seja de 2 segundos e a da perna direita seja de 1,5 segundos, será aplicado ao seguinte cálculo: $2 - 1,5 / 2 + 1,5 \times 100\% = 7\%$. Assim, o movimento é mais rápido (7%) na perna direita (ver figura nº 25).

- *Mean impact index*: Média da força máxima transmitida através da perna de balanço (perna em atraso), quando apoia no chão, após a transposição da plataforma

(for
con
por
real
lad
peri



atagem da massa corporal. Os valores de cada
om a perna esquerda, são somados e divididos
ado esquerdo; os valores das três tentativas,
idos e divididos por três para formar a média do
ação das médias relativas à força de impacto da
pressa em percentagem. Se cada perna revelar
valores de força de impacto similar, então a diferença é igual a zero (0%). Caso a perna
esquerda transmita 36% de força e a perna direita transmita 45% de força, será realizado
o seguinte cálculo: $45\% - 36\% / 45\% + 36\% \times 100\% = 11\%$. Assim, a perna direita realiza
mais força de impacto (11%) (ver figura nº 25).

3.4. Procedimentos estatísticos

Os dados da avaliação foram recolhidos, inseridos numa base de dados e tratados no programa estatístico SPSS para windows (ver. 18.0 SPSS Inc, Chicago, IL, 2009). Para as diversas análises estatísticas foi definido como nível de significância o valor de $p < 0,05$.

Foram utilizadas como estatísticas descritivas a média e o desvio-padrão para as diversas variáveis em estudo (idade, massa corporal, estatura, tempo gestacional; para todos os parâmetros do teste *modified CTSIB*, do teste *step up/over* e do teste *limits of stability*).

Nas análises inferenciais foram utilizados testes não paramétricos, uma vez que o tamanho da amostra é inferior a 30 participantes e as variáveis dependentes não seguem uma distribuição normal dos dados, o que não permite ter a robustez estatística para a utilização de testes paramétricos.

Na análise inferencial para comparação de dois grupos independentes (entre as grávidas do segundo e do 3º trimestre de gravidez) foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney. O teste não paramétrico de Wilcoxon foi utilizado para a comparação de amostras emparelhadas, de modo a testar a existência de diferenças estatisticamente significativas, na mesma grávida, em dois momentos de avaliação distintos (teste *modified CTSIB* com mala/sem mala).

Foi utilizado o coeficiente de correlação de *Spearman* para verificar a existência de correlação entre o controlo postural, a estatura, o IMC e o tamanho do pé.

Foi utilizada o teste ANOVA-One Way para comparar as diferentes condições de controlo postural em posição ortostática bipodal nas grávidas no seu conjunto.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Com o propósito de responder aos objectivos previamente definidos, neste capítulo, são apresentados os resultados do tratamento estatístico feito à informação recolhida. Assim, vamos apresentar a análise à velocidade de deslocamento do centro de pressão (COP), nas situações anteriormente referidas, nos grupos de grávidas e comparar os resultados entre si. Posteriormente, vamos apresentar a análise relativamente aos limites de estabilidade por grupo de grávidas. Numa fase seguinte, apresentamos a análise comparativa do controlo postural na situação de subida e descida de um degrau. Numa última fase, vamos apresentar a análise da correlação entre o controlo postural, estatura, IMC e tamanho do pé.

4.1.Velocidade de deslocamento do centro de pressão em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez

Os resultados relativamente à velocidade de deslocamento do COP em grávidas no 2º e 3º trimestre de gravidez são apresentados em termos absolutos e normalizados à estatura e tamanho do pé. Posteriormente as condições são alteradas com o transporte de uma mala de senhora. Os testes foram realizados com variação das condições: olhos abertos/olhos fechados e superfície firme/superfície instável

4.1.1. Comparação da velocidade de deslocamento do centro de pressão entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez

Os resultados da comparação da velocidade de deslocamento do centro de pressão entre grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, para as condições olhos abertos/superfície firme; olhos fechados/superfície firme; olhos abertos/superfície instável e olhos fechados/superfície instável, são apresentados no quadro nº 4.

Quadro 4. Média e desvio padrão da velocidade de deslocamento do COP em grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, avaliadas em olhos abertos/superfície firme, olhos fechados/superfície firme, olhos abertos/superfície instável e olhos fechados/superfície instável

(graus/seg.)	G	G do 2º T	G do 3º T	Z	p
Vd COP-Oasf	0,07±0,07	.08±.09	.06±.07	-.17	.87
Vd do COP-Ofsf	0,02±0,03	.02±.04	.02±.03	-.09	.93
Vd do COP-Oasi	0,29±0,08*	.32±.06*	.24±.04	-2.24	.03
Vd COP-Ofsi	0,89±0,33*	1.01±.39	.73±.16	-1.14	.26

Nota: * diferença significativa $p < 0,05$; COP –centro de pressão; Oa – olhos abertos; Of – olhos fechados; sf – superfície firme; si – superfície instável; Vd – velocidade de deslocamento; 2ºT – segundo trimestre; 3ºT - terceiro trimestre; G – grávidas.

Não existem diferenças significativas relativamente à velocidade de deslocamento do centro de pressão entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, nas condições olhos abertos/superfície firme ($z = -0.17$, $p = 0.87$), olhos fechados/superfície firme ($z = -0.09$, $p = 0.93$) e olhos fechados /superfície instável ($z = -1.14$, $p = 0.26$). No entanto, foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para a condição de olhos abertos/superfície instável ($z = -2.24$, $p = 0.03$), sendo o grupo do 2º trimestre de gravidez o que apresenta maior velocidade de deslocamento do COP.

Quando comparamos a velocidade de deslocamento do centro de pressão entre as várias condições foram encontradas diferenças significativas entre:

- A velocidade de deslocamento do COP- Ofsi (0,89±0,33) e velocidade de deslocamento do COP-Oasf (0,07±0,07, $p < 0,05$), velocidade de deslocamento do COP-Ofsf (0,02±0,03, $p < 0,05$) e velocidade de deslocamento do COP- Oasi (0,29±0,08, $p < 0,05$).

- A velocidade de deslocamento do COP- Oasi (0,29±0,08) e velocidade de deslocamento do COP- Oasf (0,07±0,07, $p < 0,05$), velocidade de deslocamento do COP- Ofsf (0,02±0,03, $p < 0,05$) e velocidade de deslocamento do COP- Ofsi (0,89±0,33, $p < 0,05$).

4.1.2. Comparação da velocidade de deslocamento do centro de pressão entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, normalizada à estatura e ao tamanho do pé

Os resultados da comparação da velocidade de deslocamento do centro de pressão entre grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, nas condições olhos abertos/superfície firme; olhos fechados/superfície firme; olhos abertos/superfície instável e olhos fechados/superfície instável, normalizados à estatura e ao tamanho do pé, encontram-se apresentados no quadro nº 5.

Quadro 5. Média e desvio padrão da velocidade de deslocamento do COP em grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, avaliadas em olhos abertos/superfície firme, olhos fechados/superfície firme, olhos abertos/superfície instável e olhos fechados/superfície instável, normalizada à estatura e ao tamanho do pé

(graus/seg.)	2º T (ne)	3º T (ne)	Z	P	2ºT (ntp)	3ºT (ntp)	z	p
Vd COP-Oasf	.049±.06	.037±.04	-.25	.80	.00±.00	.00±.00	-.25	.80
Vd COP-Ofsf	.015±.02	.012±.03	-.27	.79	.00±.00	.00±.00	-.09	.93
Vd COP-Oasi	.20±.04	.15±.03	-1.87	.06	.01±.00	.01±.00*	-2.36	.02
Vd COP-Ofsi	.63±.25	.44±.09	-1.14	.26	.05±.02	.03±.01	-1.22	.22

Nota: * diferenças significativas $p < 0,05$; COP -centro de pressão; Oa – olhos abertos; Of – olhos fechados; sf – superfície firme; si – superfície instável; 2ºT – segundo trimestre; 3ºT – terceiro trimestre; ne – normalizado à estatura; ntp – normalizado ao tamanho do pé; Vd – velocidade de deslocamento.

Não existem diferenças significativas relativamente à velocidade de deslocamento do centro de pressão (velocidade normalizada à estatura dos sujeitos) entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, nas condições olhos abertos/superfície firme ($z = -0.25$, $p = 0.80$), olhos fechados/superfície firme ($z = -0.27$, $p = 0.79$), olhos abertos/superfície instável ($z = -1.87$, $p = 0.06$) e olhos fechados /superfície instável ($z = -1.14$, $p = 0.26$). Resultados idênticos aos encontrados no ponto anterior (4.1.1).

Relativamente à velocidade de deslocamento do centro de pressão, normalizada ao tamanho do pé, entre as grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, os resultados mostram não existirem diferenças significativas na condição olhos abertos/superfície firme ($z = -0.25$, $p = 0.80$), na condição de olhos fechados/superfície firme” ($z = 0.09$, $p = 0.93$) e na condição de olhos fechados/superfície instável ($z = -1.22$, $p = 0.22$). No entanto, foram encontradas diferenças significativas na condição de olhos

abertos/superfície instável ($z = -2.36$, $p = 0.02$). Assim, o tamanho do pé parece influenciar os valores da velocidade de deslocamento do centro de pressão entre o 2º e o 3º trimestre de gravidez, na condição de olhos abertos/superfície instável.

4.1.3. Velocidade de deslocamento do centro de pressão em grávidas com/sem transporte de mala de senhora

Os resultados da velocidade de deslocamento do centro de pressão em grávidas com/sem transporte de mala de senhora, nas condições de olhos abertos/superfície firme e olhos abertos/superfície instável, encontram-se no quadro nº 6.

Quadro 6. Média e desvio padrão do deslocamento do centro de pressão em grávidas com/sem transporte de mala de senhora, para as condições olhos abertos/superfície firme e olhos abertos/superfície instável

(graus/seg.)	CM	T	SM	T	Z	P
Vd COP-Oasf	.06±.05	-0,9**	.07±.08	-10,6**	-.66	.51
Vd COP-Oasi	.23±.08		.29±.07		-1.97	.05*

Nota: Vd – velocidade de deslocamento; COP – centro de pressão; oa – olhos abertos; sf – superfície firme; si – superfície instável; * significa existência de diferenças significativas $p < 0,05$; ** diferenças significativas $p < 0,001$; CM – com mala; SM – sem mala; T – valor de T.

Relativamente à velocidade de deslocamento do centro de pressão em grávidas com/sem transporte de mala de senhora, podemos dizer que apenas foram encontradas diferenças significativas na condição de olhos abertos/superfície instável ($z = -1.97$, $p = 0.05$). Estes dados indicam que sem mala, e na condição de olhos abertos/superfície instável as grávidas apresentam maior velocidade de deslocamento do COP.

Quando comparamos as velocidades de deslocamento do centro de pressão entre as várias condições estudadas, encontramos diferenças significativas ($-0,9$, $p < 0,001$) entre a velocidade de deslocamento do centro de pressão- olhos abertos/superfície instável e a velocidade de deslocamento do centro de pressão – olhos abertos/superfície firme com o transporte da mala de senhora. Da mesma forma foram encontradas diferenças significativas ($-10,6$, $p < 0,001$) entre a velocidade de deslocamento do centro

de pressão- olhos abertos/superfície instável e a velocidade de deslocamento do centro de pressão – olhos abertos/superfície firme sem o transporte da mala de senhora.

4.2. Limites de estabilidade em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez

Numa segunda fase, são apresentados os dados relativamente aos limites de estabilidade em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez (comparação entre grupos e comparação de grupos – dados normalizados à estatura e ao tamanho do pé).

4.2.1. Comparação dos limites de estabilidade entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez

No quadro nº 7 são apresentados os resultados da comparação dos limites de estabilidade postural, no alcance de 4 pontos de referência (frente, trás, direita e esquerda), entre grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, desagregados em tempo de reacção, velocidade de movimento, *endpoint* e *maximum excursions* e controlo direccional.

Quadro 7. Média e desvio padrão dos limites de estabilidade em grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez; degradados em tempo de reacção, velocidade de movimento, endpoint e maximum excursions e controlo direccional, em 4 pontos de referência (frente, trás, direita e esquerda)

	2º T	3º T	Z	P
Tr-f	1.13±.31	.48±.32	-2.56	.10
Tr-t	1.08±.83	.57±.27	-1.14	.25
Tr-dir.	1.08±.45	.73±.30	-1.13	.26
Tr-esq.	.91±.58	.88±.44	-.08	.94
Vm-f	3.49±1.65	4.06±1.32	-.55	.58
Vm-t	1.54±1.07*	.43±.24	-2.54	.01
Vm-dir.	4.65±1.79	4.99±1.32	.00	1.00
Vm-esq.	3.88±2.57	5.29±.94	-1.38	.17
E-f	81.32±22.24	57.10±29.31	-1.83	.07
E-t	23.79±16.12	9.95±9.31	-1.71	.09
E-dir.	46.33±20.16	81.34±15.89*	-2.27	.02
E-esq.	63.12± 32.12	68.61±36.48	-.16	.87
Me -f	87.10±26.86	78.24±31.51	-.91	.36
Me-t	31.90±15.96	13.67±11.26	-1.87	.06
Me-dir.	81.01±24.63	88.73±15.41	-1.13	.26
Me-esq.	70.81±32.82	93.40±22.07	-1.30	.19
Cd-f	67.56±19.09	58.22±22.06	-.55	.58
Cd-t	11.31±12.00	17.34±24.43	-.08	.93
Cd-dir.	51.58±23.15	61.89±8.41	-.95	.35
Cd-esq.	40.52±28.36	60.52±15.29	-1.79	.07

Nota: * significa existência de diferenças significativas $p < 0,05$; 2ºT – segundo trimestre; 3º T – terceiro trimestre; Tr – tempo de reacção; Vm – velocidade de movimento; E – *endpoint*; Me – *Maximum Excursions*; Cd – controlo direccional; f – frente; t – trás; dir. direita; esq. – esquerda.

Relativamente aos limites de estabilidade em grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, podemos referir que existem diferenças significativas entre os grupos na velocidade de movimento – trás ($z = -2.54$, $p = 0.01$), sendo a velocidade de movimento significativamente menor nas grávidas do 3º trimestre de gravidez. Os dados revelam também a existência de diferenças significativas no endpoint – direita ($z = -2.27$, $p = 0.02$), indicando que as grávidas do 3º trimestre terminam o seu movimento inicial mais próximo do objectivo.

4.2.2. Comparação dos limites de estabilidade entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, normalizados à estatura e ao tamanho do pé

No quadro nº 8 são apresentados os resultados da comparação dos limites de estabilidade postural, no alcance de 4 pontos de referência (frente, trás, direita e esquerda), entre grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, desagregados por tempo de reacção, velocidade de movimento, *endpoint* e *maximum excursions* e controlo direccional, normalizados à estatura e ao tamanho do pé.

Quadro 8. Média e desvio padrão dos limites de estabilidade em grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, normalizados à estatura e ao tamanho do pé; degradados em tempo de reacção, velocidade de movimento, *endpoint* e *maximum excursions* e controlo direccional, em 4 pontos de referência (frente, trás, direita e esquerda)

	2º T (ne)	3º T (ne)	Z	p	2º T (ntp)	3º T (ntp)	z	p
Tr-f	.69±.18*	.29±.21	-2.56	.01	.04±.01*	.02±.02	-2.37	.02
Tr-t	.67±.51	.35±.17	-1.22	.22	.05±.03	.02±.01	-1.22	.22
Tr-dir.	.67±.27	.44±.19	-1.13	.26	.05±.02	.03±.01	-1.51	.13
Tr-esq.	.56±.35	.54±.29	-.08	.94	.04±.02	.04±.02	-.08	.94
Vm-f	2.13±.99	2.45±.76	-.55	.58	.15±.08	.17±.06	-.55	.55
Vm-t	.97±.71*	.26±.15	-2.68	.01	.07±.05*	.02±.01	-2.44	.02
Vm-dir.	2.91±1.17	2.98±.69	-.19	.85	.21±.08	.21±.05	-.38	.71
Vm-esq.	2.38± 1.53	3.21±.58	-1.38	.17	.17±.12	.23±.05	-1.38	.17
E-f	49.71±13.41	34.59±18.07	-1.46	.14	3.51±.93	2.45±1.29	-1.46	.14
E-t	14.90± 0.24	6.05± 5.65	-1.71	.09	1.04±.68	.43±.42	-1.71	.09
E-dir.	28.857±12.73	48.81±9.68*	-2.27	.02	2.04±.86	3.48±.71*	-2.27	.02
E-esq.	38.72±19.11	41.67±22.49	-.57	.57	2.78±1.46	2.94±1.63	-2.4	.81
Me –f	53.24±16.19	47.75±20.29	-.73	.47	3.75± 1.06	3.41±1.51	-.73	.47

Me-t	19.93±10.25	8.36±6.97	-1.87	.06	1.39±.70	.591±.501	-1.71	.09
Me-dir.	50.23±14.92	53.17±8.71	-.95	.35	3.52±.92	3.79±.61	-.95	.35
Me-esq.	43.53±19.43	56.75±14.22	-1.54	.12	3.11±1.47	4.04±1.12	-1.06	.29
Cd-f	41.31±11.49	35.57±14.38	-.18	.86	2.92±.76	2.53±1.07	-.55	.58
Cd-t	6.94±7.41	10.41±14.83	-.08	.93	.49±.54	.75±1.09	-.08	.93
Cd-dir.	31.78±13.77	37.15±5.29	-.95	.35	2.22±.87	2.64±.32	-.76	.45
Cd-esq.	24.75±17.29	36.76±9.71	-1.55	.12	1.77±1.24	2.62±.75	-1.55	.12

Nota: * significa $P < 0,05$; 2ºT – segundo trimestre; 3º T – terceiro trimestre; Tr – tempo de reacção; Vm – velocidade de movimento; E – *endpoint*; Me – *Maximum Excursions*; Cd – controlo direccional; f – frente; t – trás; dir. direita; esq. – esquerda; ne – normalizado à estatura; ntp – normalizado ao tamanho do pé.

Relativamente à comparação dos limites de estabilidade postural, entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, dados normalizados à estatura, podemos referir que existem diferenças significativas no tempo de reacção – frente ($z = -2.56$, $p = 0.01$), na velocidade de movimento – trás ($z = -2.68$, $p = 0.01$) e no *endpoint* – direita ($z = -2.27$, $p = 0.02$). Quando os dados foram normalizados ao tamanho do pé, foram encontradas para os mesmos parâmetros, diferenças significativas no tempo de reacção – frente ($z = -2.37$, $p = 0.02$), velocidade de movimento – trás ($z = -2.44$, $p = 0.02$) e no *endpoint* – direita ($z = -2.27$, $p = 0.02$).

4.3. Controle postural na subida e descida do degrau em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez

Numa terceira fase, são apresentados os dados relativamente ao controle postural na subida e descida do degrau em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez (comparação entre grupos e comparação entre grupos com os dados normalizados à estatura e ao tamanho do pé).

4.3.1. Comparação do controle postural na subida e descida do degrau entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez

Os resultados da comparação do controle postural, na subida e descida do degrau, entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, são apresentados no quadro nº 9. Os dados incluem a força exercida pelo membro inferior (esquerdo/direito/diferença), o tempo de movimento (esquerdo/direito/diferença) e a força de impacto (esquerda/direita/diferença).

Quadro 9. Média e desvio padrão da força exercida pelo membro inferior (esquerdo/direito/diferença), do tempo de movimento (esquerdo/direito/diferença) e da força de impacto (esquerdo/direito/diferença), em grávidas do 2º e do 3º trimestre de gravidez

	2º T	3º T	Z	P
Fe MI-esquerda (% wt)	41.71±10.70	38.00 ± 4.53	-.73	.47
Fe MI-direita (% wt)	34.71±11.32	36.00±5.00	-.98	.33
Fe MI-diferença (% wt)	10.71±7.16	5.60±6.19	-.13	.19
Tm-esquerda (seg.)	1.54±.24	1.46±.09	-.57	.57
Tm-direita (seg.)	1.57±.37	1.54±0.26	-.24	.81
Tm-diferença (seg.)	7.57±2.30	7.20±1.92	-.42	.68
Fi-esquerda (% wt)	46.86±3.09	41.20±5.67	-1.55	.12
Fi-direita (% wt)	54.57±12.79	44.60±8.59	-1.28	.17
Fi-diferença (% wt)	8.86±10.21	9.40±9.13	-.16	.87

Nota: * significa existência de diferenças significativas $p < 0,05$; 2ºT – segundo trimestre; 3º T – terceiro trimestre; Fe – Força exercida; MI – membro inferior; Tm – tempo de movimento; Fi – força de impacto.

Como podemos observar através da análise do quadro nº 9, não existem diferenças significativas entre as grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez relativamente à força exercida pelo membro inferior - lado esquerdo ($z = -0.73$, $p = 0.47$), força exercida pelo membro inferior - lado direito ($z = -0.98$, $p = 0.33$) e à força exercida pelo membro inferior - diferença ($z = -0.13$, $p = 0.19$); ao tempo de movimento – lado esquerdo ($z = -0.57$, $p = 0.57$), ao tempo de movimento – lado direito ($z = -0.24$, $p = 0.81$) e ao tempo de movimento – diferença ($z = -0.42$, $p = 0.68$) e da força de impacto – lado esquerdo ($z = -1.55$, $p = 0.12$), lado direito ($z = -1.28$, $p = 0.17$) e diferença ($z = -0.16$, $p = 0.87$).

= -1.55, $p = 0.12$), força de impacto – lado direito ($z = -1.28$, $p = 0.17$) e força de impacto – diferença ($z = -0.16$, $p = 0.87$).

4.3.2. Comparação do controle postural na subida e descida do degrau entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, normalizado à estatura e ao tamanho do pé

Os resultados da comparação do controle postural, na subida e descida do degrau, entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, normalizados à estatura e tamanho do pé, são apresentados no quadro nº 10.

Quadro 10. Média e desvio padrão da força exercida pelo membro inferior (esquerdo/direito/diferença), do tempo de movimento (esquerdo/direito/diferença) e da força de impacto (esquerdo/direito/diferença), em grávidas do 2º e do 3º trimestre de gravidez, valores normalizados à estatura e ao tamanho do pé

	2º T (ne)	3º T (ne)	Z	P	2º T (ntp)	3º T (ntp)	Z	p
Fe MI-esq. (% wt)	26.12 ± 7.89	23.02 ± 2.82	-.73	.47	1.85 ± .55	1.63 ± .22	-.89	.37
Fe MI-dir. (% wt)	21.79±8.23	21.88±3.63	-.73	.47	1.53±.55	1.55±.28	-.73	.47
Fe MI-dif. (% wt)	6.61±4.40	3.29±3.54	-1.38	.17	.48±.33	.24±.26	-1.22	.22
Tm-esq. (seg.)	.96±.14	.88±.06	-1.22	.22	.07±.01	.06±.01	-1.22	.22
Tm-dir. (seg.)	.97±.22	.94±.18	-.08	.94	.07±.01	.07±.01	-.24	.81
Tm-dif. (seg.)	4.72±1.49	4.37±1.21	-.41	.69	.33±.09	.31±.09	-.57	.57
Fi-esq. (% wt)	29.15±8.28	24.93±3.17	-1.71	.09	2.07±.62	1.76±.18	-1.71	.09
Fi-dir. (% wt)	33.87±7.74	27.14±6.03	-1.38	.17	2.42±.67	1.92±.45	-1.22	.22
Fi-dif. (% wt)	5.42±6.23	5.79±5.69	-.08	.94	.39±.45	.41±.41	-.08	.94

Nota: * significa existência de diferenças significativas $P < 0,05$; 2ºT – segundo trimestre; 3º T – terceiro trimestre; Fe – Força exercida; MI – membro inferior; Tm –tempo de movimento; Fi – força de impacto; ne – normalizado à estatura; ntp – normalizado ao tamanho do pé; esq. – esquerda; dir. – direita; dif. – diferença.

Os resultados do quadro nº 10 revelam não existirem diferenças significativas entre os grupos (2º e 3º trimestres de gravidez) para nenhum dos parâmetros do controle

postural (força exercida com o membro inferior; tempo de movimento e força de impacto) quando normalizados à estatura e quando normalizados ao tamanho do pé.

4.4. Correlação entre o controlo postural, a estatura, o IMC e o tamanho do pé

Na quarta e última parte, são apresentados os valores da correlação realizada entre o controlo postural (condições de olhos abertos/superfície firme, olhos fechados/superfície firme, olhos abertos/superfície instável e olhos fechados/superfície instável), a estatura, o IMC e o tamanho do pé. No quadro nº 11, estão reportados os resultados dessa correlação.

Quadro 11. Resultados da correlação entre a velocidade de deslocamento do COP (condições de olhos abertos/superfície firme, olhos fechados /superfície firme, olhos abertos/superfície instável e olhos fechados/superfície instável, o IMC e o tamanho do pé)

(graus/seg.)	E	IMC	TP
Vd do COP – Oasf	-.67*	-.02	-.33
Vd do COP – Ofsf	.19	-.19	.24
Vd COP – Oasi	-.59*	.28	-.12
Vd COP – Ofsi	-.13	-.56	-.49

Nota: * significa correlação significativa $p < 0,05$; Vd – velocidade de deslocamento; COP – centro de pressão; Oa – olhos abertos; Of – olhos fechados; sf – superfície firme; si – superfície instável; E – estatura; Tp – tamanho do pé

Os dados apontam a existência de uma correlação negativa entre a estatura e a velocidade de deslocamento do COP, na condição de olhos abertos/superfície firme ($r = -0.67$, $p < 0,05$) e a velocidade de deslocamento do COP, na condição de olhos abertos/superfície instável ($r = -0.59$, $p < 0,05$). Não foram encontradas correlações entre a velocidade de deslocamento do COP, em qualquer das situações, o IMC, o tamanho do pé ou a estatura da grávida.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O ponto de partida deste capítulo, tem por base a análise e discussão dos resultados obtidos através da aplicação de três testes de equilíbrio postural (plataforma de forças -*Balance Master*), em grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, com o objectivo de dar resposta aos objectivos definidos. Deste modo, procuramos discutir, numa primeira fase, a velocidade de deslocamento do centro de pressão em grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez, nas condições olhos abertos/olhos fechados; superfície firme/superfície instável; assim como a análise da velocidade do centro de pressão como transporte de uma mala de senhora na condição de olhos abertos/superfície firme. Posteriormente, apresentamos a discussão dos resultados sobre os limites de estabilidade avaliados nas grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez. Numa terceira fase, apresentamos a discussão dos resultados sobre o controlo postural na subida/descida do degrau entre grávidas do 2º e 3º trimestres de gravidez. Na última fase, apresentamos a discussão da correlação entre o controlo postural, a estatura, o IMC e o tamanho do pé.

5.1. Velocidade de deslocamento do centro de pressão em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez

As alterações fisiológicas que ocorrem no organismo materno, com o avanço da gravidez, são de tal ordem que podem reflectir-se em alterações no seu controlo postural. O aumento da massa corporal (materno e fetal) e consequente desequilíbrio no sistema articular, levam a perturbações no centro de gravidade e a uma maior oscilação do centro de pressão, aumentando o desequilíbrio e influenciando a biomecânica da postura, acentuando a lordose lombar e promovendo a mudança da base de apoio (Graça, 2005).

Os estudos que afirmam a existência de um deslocamento posterior do corpo inteiro da mulher grávida, como reflexo compensatório da articulação do tornozelo, para poderem recuperar o equilíbrio, perturbado pela distribuição anormal de massa, na região do abdómen (Duarte, 2000; Konkler & Kisner, 1996; Nyska et al., 1997; Oliveira et al., 2009; Winter, 1995). Naturalmente a mulher grávida desloca a maior parte do seu peso corporal para os calcanhares, de forma a contrabalançar a força frontal exercida

pelo crescimento uterino ao longo da gravidez (Duarte, 2000; Gazaneo & Oliveira, 1998; Konkler & Kisner, 1996; Nyska et al., 1997; Opala-Berdzik et al., 2010; Ribas & Guirro, 2007; Winter, 1995).

A investigação aponta para uma diminuição da estabilidade postural durante a gravidez, principalmente no 2º e 3º trimestres de gravidez, tanto para a condição de olhos abertos, como para a condição de olhos fechados (Butler et al., 2006). Estas alterações foram detectadas somente no eixo antero-posterior e não no eixo medial-lateral ou bidimensional (Butler et al., 2006; Mann et al., 2011; Nagai et al., 2009; Oliveira et al., 2009; Ribas & Guirro, 2007). No entanto, a condição olhos fechados parece revelar valores de maior oscilação postural, no eixo antero-posterior (Butler et al., 2006; Mann et al., 2010; Oliveira et al., 2009). O controlo postural das grávidas muda significativamente quando a informação visual é suprimida ou quando a base de apoio é mais reduzida (Oliveira et al., 2009).

Quando a dificuldade da tarefa aumenta os estudos revelam existir maior desequilíbrio corporal (exemplo da superfície instável – almofada de espuma). Em condições onde a informação dos pés/tornozelos e a informação visual é suprimida, a grávida parece confiar nos sinais vestibulares para controlar o equilíbrio do seu corpo (Mann et al., 2011).

Os nossos resultados apontam para uma diminuição do equilíbrio postural (aumento na velocidade de deslocamento do centro de pressão) para a condições olhos fechados e superfície instável nas grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez, confirmando o facto constatado por estudos anteriores de que a visão e a presença de uma superfície instável afectam o equilíbrio postural (Oliveira et al., 2009; Paulus et al., 1984; Pozzo et al., 1995; Shailesh & Champa, 2001). Esta evidência vem reforçar a importância da informação visual e somatossensorial no controlo postural (Horak et al., 1997; Smith et al., 1996).

Quando comparados os grupos em estudo, apenas foram encontradas diferenças significativas para a condição de olhos abertos/superfície instável, revelando o grupo do 3º trimestre de gravidez uma menor velocidade de deslocamento do centro de pressão. Os resultados encontrados realçam a importância da informação visual relativamente à

informação somatossensorial, para as grávidas do 3º trimestre. A análise dos resultados deste estudo colocam ainda em questão a possível influência do aumento da massa corporal/crescimento da barriga que ocorre na passagem do 2º para o 3º trimestre de gravidez que, por sua vez, pode aumentar o vector força de gravidade, tornando o corpo mais equilibrado (Brunnstrom, 1989). Existe ainda, outra variável que pode influenciar o equilíbrio postural, mas não considerada neste estudo, que é a eventual diferença de força muscular nos membros inferiores de cada grávida, como verificado em idosos (Bezerra, 2009).

Os resultados encontrados, quando avaliada a velocidade de deslocamento do centro de pressão nas grávidas com e sem mala, vão ao encontro do anteriormente referido. Tudo indica que sem o transporte da mala, na condição olhos abertos/superfície instável, as grávidas apresentam maior deslocamento do COP. O transporte da mala parece surgir como factor de equilíbrio em superfície instável, tal como equilibrista usa a barra para se equilibrar.

A literatura existente tem revelado que as grávidas do 3º trimestre apresentaram maior oscilação do centro de pressão, no eixo antero-posterior, para as condições: olhos fechados/pés afastados e olhos abertos/pés juntos (Butler et al., 2006; Jang et al., 2008; Mann et al., 2011; Nagai et al., 2009; Ribas, 2006). Com o avançar da gravidez, ocorrem maiores instabilidades corporais, quer nas variáveis do centro de pressão no eixo antero-posterior como no eixo medial-lateral, relativamente ao grupo de controlo; tendo em atenção várias condições de manipulação sensorial. (Mann et al., 2011). Contudo, alguns autores discordam relativamente às oscilações do equilíbrio no eixo medial-lateral durante a gravidez, indicando que os valores permanecerem praticamente inalterados (Butler et al., 2006; Jang et al., 2008; Nagai et al., 2009; Ribas, 2006). No nosso estudo, a avaliação da velocidade do deslocamento do centro de gravidade foi avaliada no eixo bidimensional, não sendo possível a avaliação da oscilação antero-posterior e medial-lateral. Este facto, esta representa uma limitação do nosso estudo, dado que a literatura tem vindo demonstrando que a análise do centro de pressão nas direcções antero-posterior e medial-lateral, em separado, são as medidas mais recomendadas para a avaliação da estabilidade postural (Prieto, Myklebust, Hoffmann, Lovett, & Myklebust, 1996). Em acréscimo ao anteriormente referido, os estudos

destacam a importância da avaliação do deslocamento do centro de pressão na direcção medial-lateral, reforçando que parecem ser os melhores indicadores para o risco de quedas (Choy, Brauer, & Nitz, 2003; Maki, Holliday, & Topper, 1994).

A revisão da literatura não apresenta estudos de controlo postural em grávidas cujos valores sejam normalizados à estatura e ao tamanho do pé. Esta normalização pretende perceber se a variação da altura e base de suporte do corpo, tamanho do pé, influenciam de algum modo o equilíbrio postural. No presente estudo verificamos que o tamanho do pé parece influenciar os valores da velocidade de deslocamento do centro de pressão entre o 2º e o 3º trimestre de gravidez, na condição de olhos abertos/superfície instável. O tamanho da base de suporte parece influenciar o equilíbrio postural, entre as grávidas, em condições em que a visão está presente e a superfície de apoio é instável, o que parece realçar a importância da base de sustentação em condições onde a informação somatossensorial poderá ser pouco fiável ou imprecisa. Contudo, para validar esta constatação, serão precisos estudos mais profundos e com uma amostra maior. Apesar de não existirem fortes referências bibliográficas relativamente à relação entre o tamanho do pé e o equilíbrio corporal em grávidas, alguns estudos referem que uma maior base de apoio, entre os dois pés, traduz uma maior estabilidade corporal em adultos saudáveis (Day, Steiger, Thompson, & Marsden, 1993), em idosos (Cruz, Oliveira, & Melo, 2010; Nejc, Jernej, Loeffler, & Kern, 2010) e em grávidas (Bird et al., 1999; Jang et al., 2008; Konkler & Kisner, 1996; Lymbery et al., 2005; Oliveira et al., 2009; Winter, 1995). Dentro desta perspectiva, uma base de apoio reduzida pode trazer desequilíbrios (diminuição da estabilidade corporal), tal como as bailarinas de Ballet (cuja área de contacto pé/solo é reduzida) (Barcellos & Imbiriba, 2002) e proporcionar quedas na realização de tarefas diárias.

5.2. Limites de estabilidade em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez

O teste *Limits of Stability* teve como objectivo analisar o espaço em que cada grávida consegue movimentar o seu centro de gravidade, sem alterar a sua base de suporte, sem perder o equilíbrio e sem dar um passo e/ou tocar em algo para se equilibrar. A reduzida literatura relativamente ao estudo dos limites de estabilidade em

grávidas, não nos permite efectuar comparações nem consolidar os nossos resultados, no entanto torna-se importante comentar alguns resultados encontrados.

O teste realizado permitiu a avaliação do tempo de reacção, na velocidade de movimento no *endpoint* (distância percorrida pelo centro de gravidade numa tentativa primária) e *maximum excursions* (distância mais longa percorrida pelo centro de gravidade durante a tentativa, corresponde a tentativas adicionais e correctivas para atingir a meta, caso a tentativa primária fique aquém do alvo a atingir). Os resultados revelam existirem diferenças significativas entre os grupos (2º e 3º trimestres de gravidez) para a velocidade de movimento – trás, indicando que a velocidade de movimento das grávidas para trás é significativamente menor relativamente às grávidas do 2º trimestre de gravidez. Estes dados apontam para uma maior dificuldade das grávidas do 3º trimestre em controlarem os movimentos para trás, possivelmente devido ao aumento do volume/peso da região abdominal, característico do crescimento do bebé e consequente deslocamento do centro de gravidade para a frente. Embora com um objectivo diferente, Guilleard et. al (2008) revela no seu estudo que as grávidas do 3º trimestre de gravidez parecem ser realmente mais cautelosas no controlo dos seus movimentos, apresentando algumas estratégias para controlarem o movimento para a frente, ao levantar de uma cadeira. O tempo e velocidade de contracção dos músculos dos membros inferiores parecem tornar-se mais lentos, o tempo da subida maior, o que explicaria o controlo da impulsão da massa corporal que neste caso está aumentada. Contudo esta especulação não foi verificada no presente estudo. Com uma avaliação electromiográfica dos músculos envolvidos poderíamos melhor perceber a sua intervenção no movimento. As grávidas parecem estar conscientes da sua instabilidade durante a realização das tarefas funcionais e o medo de cair pode explicar o facto de serem mais cautelosas (Guilleard et al., 2008).

Embora sem existirem diferenças significativas, os resultados apontam que para trás, as grávidas do 3º trimestre, numa tentativa primária, ficam muito longe do objectivo proposto apresentando algumas dificuldades de equilíbrio na realização da tarefa. Este facto pode ser explicado pela ausência de informação visual e pela alteração da informação somatossensorial, natural da gravidez, restando a informação dos mecanorreceptores dos pés para poderem controlar o movimento; o que pode ser

insuficiente para os potenciais riscos que ela pode correr, nomeadamente quedas. Realçamos, contudo, a importância destes resultados em termos funcionais e a necessidade de explorar esta questão em futuras investigações. Se as grávidas sentem dificuldades em controlar o equilíbrio no movimento – trás, podemos especular que no seu dia-a-dia tarefas simples podem tornar-se mais complicadas. Situações graves podem acontecer se, por exemplo, forem sujeitas a uma perturbação na direcção frente-trás, como por exemplo um simples contacto inesperado com um objecto ou com uma pessoa. Acontecimentos deste género podem proporcionar sérias dificuldades no controlo corporal e ocasionar quedas indesejadas.

Ao observamos a distância percorrida pelo centro de gravidade numa tentativa primária em alcançar o objectivo, verificamos existirem diferenças significativas entre os grupos na direcção- direita, indicando que as grávidas do 3º trimestre de gravidez de gravidez terminam o seu movimento inicial, mais próximo do objectivo, para o lado direito. Este resultado é de difícil interpretação, já que existem inúmeras variáveis que não foram controladas e que podem influenciar a performance deste teste. Por exemplo, não foi verificada a posição do bebé de cada grávida, através da observação da ecografia mais recente, ou não foi avaliada a lateralidade da grávida. Suspeitamos que a posição da cabeça do bebé (lado direito/lado esquerdo), pela sua densidade, possa ter influência na facilidade/dificuldade do controlo corporal, no alcance de um determinado objectivo proposto. Esta é também uma limitação do presente estudo.

Quando foram normalizados à estatura e ao tamanho do pé, os dados revelam diferenças significativas entre os grupos para a velocidade movimento-trás e *endpoint*-direita, tal como verificado no quadro nº 8, quando os dados foram apresentados em valores absolutos. Contudo, os resultados apontaram também para a existência de diferenças significativas no tempo de reacção-frente, sugerindo a influência da estatura e do tamanho do pé nesta variável. Assim sendo, podemos aferir que as mulheres grávidas mais altas e com um maior tamanho de pé parecem ter um menor tempo de reacção- frente na realização de uma determinada tarefa. Possivelmente esta evidência estará relacionada com um aumento da base de apoio.

5.3. Controlo postural na subida e descida do degrau em grávidas no 2º e 3º trimestres de gravidez

Estudos de avaliação do equilíbrio postural, aplicados em idosos, têm vindo a revelar que com o avanço da idade esta população está mais susceptível a quedas que podem afectar a sua qualidade de vida (Heasley, Buckley, Scally, Twigg, & Elliott, 2005; Startzell, Owens, Mulfinger, & Cavanagh, 2000). A maior proporção das quedas, nos idosos, ocorre na subida/descida de degraus em escadas (Startzell et al., 2000) e a deficiência visual é conhecida por ser um factor de risco importante (Heasley et al., 2005; Tomomitsu et al., 2013).

A literatura sobre a avaliação do equilíbrio postural em grávidas, na subida/descida de um degrau, parece ser limitada. No entanto, todas as alterações no organismo materno durante a gravidez, nomeadamente o avanço do centro de gravidade e crescimento da barriga que torna a visibilidade do degrau reduzida, podem estar na base de desequilíbrios e, tal como nos idosos, provocar quedas indesejadas, como referido por vários autores em estudos com grávidas, sem degrau (Artal & O'Toole, 2003; Butler et al., 2006; Jang et al., 2008). Assim, torna-se oportuno a realização do teste subida/descida de um degrau, que permitiu a avaliação da força exercida pelo membro inferior, do tempo de movimento e da força de impacto durante a execução do movimento. Ao contrário dos idosos, que parecem ser mais cautelosos na subida do degrau, organizando estratégias de antecipação do apoio no momento da subida (Heasley et al., 2005; McKenzie & Brown, 2004), os nossos resultados revelam não existirem diferenças significativas entre as grávidas do 2º e as grávidas do 3º trimestre de gravidez em nenhum dos parâmetros avaliados. Contudo, torna-se importante salientar que representa um limite do nosso estudo, o tamanho da amostra e o facto de não ter sido realizado o *match pair* comparando as mulheres grávidas com as mulheres não grávidas, tal como efectuado nos estudos com idosos (Heasley et al., 2005; Lark, Buckley, Bennett, Jones, & Sargeant, 2003; McKenzie & Brown, 2004). Consideramos, ainda, uma limitação do nosso estudo o facto de não termos avaliado o nível de actividade física das mulheres grávidas. Estudos revelam que a prática de actividade física pela grávida tem vindo a ser muito recomendada, pelos vários benefícios que esta proporciona: fortalecimento das articulações da anca e dos joelhos, fortalecimento a

nível muscular, o que contribui para um melhor suporte postural (Artal & O'Toole, 2003).

5.4. Correlação entre o controlo postural, a estatura, o IMC e o tamanho do pé

Vários estudos têm demonstrado não existir correlação entre oscilação do centro de pressão e o peso, ou o ganho de peso das grávidas ao longo da gravidez (Butler et al., 2006; Ribas & Guirro, 2007). Estes resultados corroboram os do presente estudo na tentativa de estabelecer correlação entre o controlo postural e o IMC. Parece, também, não existir correlação entre o tamanho da base de suporte e as amplitudes do centro de forças no eixo antero-posterior e medial-lateral do centro de pressão, nem entre a área de contacto dos pés e a oscilação do centro de pressão. Estas evidências permitem inferir que não existe influência do tamanho da base de apoio e da área de contacto dos pés na oscilação postural no eixo antero-posterior e medial-lateral do centro de pressão (Ribas & Guirro, 2007). O nosso estudo não avaliou o tamanho da base de suporte nem a área de contacto dos pés, mas sim o tamanho do pé que, por sua vez, revelou não se correlacionar com as restantes variáveis.

A literatura parece não aprofundar a correlação entre a estatura e o controlo postural. O nosso estudo indica existir uma correlação negativa entre a estatura e a velocidade do deslocamento do centro de pressão – olhos abertos/superfície firme e entre a velocidade de deslocamento do centro de pressão – olhos abertos/superfície instável. Estes dados sugerem que as mulheres grávidas mais altas, em situações de presença de informação visual, apresentam menor velocidade de deslocamento do centro de pressão, quer em superfícies firmes quer em superfícies instáveis. Tal como referido em vários estudos em populações adultas normais (Paulus et al., 1984; Pozzo et al., 1995; Shailesh & Champa, 2001) e também em mulheres grávidas (Butler et al 2006; Mann et al 2010; Oliveira et al 2009), na presença de informação visual, mesmo que a base de suporte seja instável, a estabilidade corporal é maior.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A manutenção do equilíbrio na postura erecta é uma tarefa complexa, além de se tratar de uma tarefa comum e fundamental na vida diária do ser humano. As mulheres grávidas não são excepção, e pelas fortes alterações que acontecem no seu organismo, ao longo de todo o processo da gravidez, tornam-se uma população onde o estudo do equilíbrio postural se torna de grande importância.

As diferenças do controlo postural entre as grávidas do 2º e o 3º trimestres de gravidez, em superfície firme (olhos abertos/olhos fechado) e em superfície instável (olhos abertos/olhos fechados), apontam uma diminuição do equilíbrio postural (aumento da velocidade do centro de pressão) para a condição olhos fechados e superfície instável nas grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez. Constatamos assim, que a visão e a presença de uma superfície instável afectam o equilíbrio postural, tal como referido pela literatura (Oliveira et al., 2009; Paulus et al., 1984; Pozzo et al., 1995).

Quando comparados os grupos (2º e 3º trimestres de gravidez) apenas foram encontradas diferenças significativas para a condição olhos abertos/superfície instável, revelando que as grávidas do 3º trimestre de gravidez apresentam uma maior estabilidade postural (menor velocidade de deslocamento do centro de pressão). Estes resultados vêm realçar a importância da informação somatossensorial para as grávidas do 3º trimestre de gravidez.

O transporte de mala de senhora parece ser um factor adicional de manutenção de equilíbrio em superfície instável, observado que sem mala e na condição de olhos abertos/superfície instável as grávidas apresentam maior velocidade de deslocamento de centro de pressão.

O estudo dos limites de estabilidade entre as grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez permite-nos aferir que no movimento para trás, as grávidas do 3º trimestre de gravidez apresentam uma velocidade de movimento significativamente menor relativamente às grávidas do 2º trimestre. Estes dados sugerem que as grávidas do 3º trimestre parecem ser mais cautelosas, revelando maior dificuldade em controlarem os seus deslocamentos. Em acréscimo, no movimento para trás, as grávidas do 3º trimestre,

numa tentativa primária, ficam muito longe do alcance do objectivo proposto, revelando sérias dificuldades na realização desta tarefa; o que nos leva a especular que na seu dia-a-dia, confrontada com perturbações que façam deslocar o seu centro de gravidade para trás (como por exemplo um contacto inesperado contra um objecto ou pessoa), a grávida esteja sujeitas a quedas indesejadas e perigosas.

Quando normalizados os resultados da avaliação dos limites de estabilidade à estatura e ao tamanho do pé, podemos dizer que, os dados apontam a existência de diferenças significativas no tempo de reacção-frente, sugerindo que a estatura e o tamanho do pé influenciam esta variável. Parece que as mulheres grávidas mais altas e com um maior tamanho de pé têm um menor tempo de reacção em movimentos para a frente na realização de uma determinada tarefa.

A avaliação do controlo postural em situação de subida e descida de um degrau, entre as grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez revela não existirem diferenças significativas entre as grávidas, em nenhum dos parâmetros analisados.

A correlação efectuada entre o controlo postural, a estatura, o IMC e o tamanho do pé permite-nos aferir que as grávidas mais altas, em situações de presença de informação visual, apresentam maior estabilidade corporal (menor velocidade de deslocamento do centro de pressão, quer em superfícies firmes quer em superfícies instáveis; corroborando os resultados de estudos em população adulta (Paulus et al., 1984; Pozzo et al., 1995) e em grávidas (Butler et al., 2006; Oliveira et al., 2009).

A posturografia computadorizada- *Neurocom Internacional, Inc.* tem sido recomendada, pela literatura, para a avaliação do equilíbrio postural (Camicioli et al., 1997; McCrory et al., 2011; Wrisley & Whitney, 2004; Zammit et al., 2008) embora sejam poucos os estudos, de avaliação postural em grávidas, que utilizem a plataforma *Balance Master*. A plataforma *Balance Master* apresenta uma grande limitação pelo facto de não permitir a avaliação da oscilação do centro de pressão no eixo antero-posterior e medial-lateral individualizada, condição comumente utilizada em estudos de avaliação postural em grávidas. No presente estudo a análise do deslocamento do centro de pressão realizada, foi bidimensional, não obtendo informação isolada dos valores de oscilação corporal no eixo medial-lateral, embora a literatura saliente a importância

desta análise; as oscilações no eixo medial-lateral parecem ser os melhores indicadores para o risco de quedas (Choy et al., 2003; Maki et al., 1994).

A largura da base de suporte parece também representar um factor importante no deslocamento do centro de pressão, no entanto, a plataforma *Balance Master* utilizada neste estudo, não permite avaliar a influência do tamanho da base de suporte no equilíbrio postural das mulheres grávidas.

Contudo, a mesma plataforma, *Balance Master*, permitiu a avaliação do equilíbrio postural nas condições: olhos abertos/olhos fechados; superfície firme/superfície instável; subida e descida de um degrau e limites de estabilidade. Com tal variedade de testes, esta plataforma demonstra a sua funcionalidade na avaliação do equilíbrio postural em situações representativas da vida diária da grávida.

6.1. Perspectivas futuras

Para futuras investigações deve ser considerada a possibilidade de usar a técnica do *match pair*, para poder definir um grupo de controle e melhor perceber as alterações no equilíbrio postural da grávida em relação ao seu par não grávida.

Seria interessante a realização de um estudo longitudinal, onde o objectivo se centrasse na avaliação do equilíbrio postural ao longo da gravidez (1º, 2º e 3º trimestres de gravidez) assim como no período pós-parto, designadamente imediatamente após parto, duas, quatro e oito semanas após parto.

Observar a influência da prática de actividade física (plano de treino estruturado e devidamente adaptado à população em questão) no equilíbrio postural em grávidas do 2º e do 3º trimestres de gravidez e no período pós-parto, representa também um interessante tema de investigação.

As mulheres grávidas representam um nicho de população onde, pelas várias alterações que ocorrem no seu organismo, durante a gravidez, a investigação deve focar a sua atenção. Afinal de contas, uma gravidez saudável permite que um “pequeno ser” se desenvolva dentro da barriga materna e um retorno à condição pré-gravidez mais eficiente, sendo esta a meta de todas as mulheres.

BIBLIOGRAFIA

- Abrahamova, D., & Hlavacka, F. (2008). Age-related changes of human balance during quiet stance. *Physiol Res*, 57(6), 957-964.
- Alvarez, R., Stokes, I., Asprinio, D., Trevino, S., & Braun, T. (1988). Dimensional changes of the feet in pregnancy. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 70(2), 271-274.
- Anand, V., Buckley, J. G., Scally, A., & Elliott, D. B. (2003). Postural stability in the elderly during sensory perturbations and dual tasking: the influence of refractive blur. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 44(7), 2885-2891.
- Artal, R., & O'Toole, M. (2003). Guidelines of the American College of Obstetricians and Gynecologists for exercise during pregnancy and postpartum period. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 6-12.
- Aruin, A. (2002). The organization of anticipatory postural adjustments. *Journal of automatic control*, 12, 31-37.
- Balasubramaniam, R., Riley, M., & Turvey, M. (2000). Specificity of postural sway to the demands of precision task. *Gait and Posture*, 1, 12-24.
- Bankoff, A., Ciol, P., Zamai, C., Schmidt, A., & Barros, D. (2004). Estudo do equilíbrio corporal postural através do sistema de baropodometria eletrônica. *Revista Conexões*, 2(2), 87-104.
- Barcellos, C., & Imbiriba, B. (2002). Alterações posturais e do equilíbrio corporal na primeira posição em ponta de Balé Clássico. *Revista Paulista de Educação Física*, 16, 43-52.
- Barela, J. (2000). Estratégias de controle de movimentos complexos: ciclo percepção-acção no controle postural. *Revista Paulina Educação Física*(suplemento 3), 79-88.
- Barnett, A., Smith, B., Lord, S. R., Williams, M., & Baumand, A. (2003). Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. *Age and Ageing*, 32(4), 407-414. doi: 10.1093/ageing/32.4.407
- Berg, G., Hammar, M., Moller-Nielsen, S., Linden, U., & Thorblad, J. (1988). Low Back Pain During Pregnancy. *Obstetrics & Gynecology*, 71(1), 71-75.
- Bezerra, J. (2009). *The influence of aging and exercise training on the ability in control of force and postural stability in relation to hamstrings:quadriceps strength ratio*. (Doutor).
- Birch, K., Fowler, N., Rodacki, A., & Rodacki, C. (2003). Stature loss and recovery in pregnant woman with and without low back pain.
- (Vol. 84, pp. 507-512): American Acedemy Physical Medicine and Rehabilitation.
- Bird, A., Menz, H., & Hyde, C. (1999). The effect of pregnancy on footprint parameters. *Journal of the American Podiatric Medicinal Association*, 89-8.
- Brech, G., Andrusaitis, S., Vitale, G., & Greve, J. (2012). Correlation of disability and pain with postural balance among women with chronic low back pain. *Clinics*, 8, 959-962.
- Brunnstrom, S. (1989). *Cinesiologia Clínica* (Manole Ed.). São Paulo.
- Buchanan, J., & Horack, F. (1999). Emergence of postural patterns as a function of vision and translation frequency. *Journal of Neurophysiology*, 81, 2325-2339.
- Butler, E., Colón, I., Druzin, M., & Rose, J. (2006). Postural equilibrium during pregnancy : Decreased stability with an increased reliance on visual cues. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 195(4), 1104-1108.
- Camargo, M., & Fregonesi, C. (2010). A importância das informações aferentes podais para o controle postural. *Rev Neurocienc* 2011, 1-6.
- Camicioli, R., Panzer, V., & Kaye, J. (1997). Balance in the healthy elderly: posturography and clinical assessment. *Arch Neurol*, 54, 976 - 981.
- Campelo, T., Bankoff, A., Schmidt, A., Ciol, P., & Camai, C. (2007). Postura e equilíbrio corporal: um estudo das relações existentes. *Movimento e Percepção*, 7(10).
- Carvalho, R., & Almeida, G. (2008). Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. *Rev. Neurociencia* 2008, 1 -5.
- Chong, R. K., Jones, C. L., & Horak, F. B. (1999). Postural set for balance control is normal in Alzheimer's but not in Parkinson's disease. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 54(3), M129-135.

- Chong, R. K. Y., Horak, F. B., Frank, J., & Kaye, J. (1999). Sensory Organization for Balance: Specific Deficits in Alzheimer's but not in Parkinson's Disease. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 54(3), M122-M128. doi: 10.1093/gerona/54.3.M122
- Choy, N. L., Brauer, S., & Nitz, J. (2003). Changes in postural stability in women aged 20 to 80 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58(6), 525-530.
- Collins, J. J., & De Luca, C. J. (1993). Open-loop and closed-loop control of posture: a random-walk analysis of center-of-pressure trajectories. *Exp Brain Res*, 95(2), 308-318.
- Cruz, A., Oliveira, E. M. d., & Melo, S. I. L. (2010). Análise biomecânica do equilíbrio do idoso. *Acta Ortopédica Brasileira*, 18, 96-99.
- Danna-Dos-Santos, A., Degani, A., Zatsiorsky, V., & Latash, M. (2008). Is voluntary control of natural postural sway possible? *Journal of Motor Behavior*, 40(3), 179-185. doi: 10.3200/jmbr.40.3.179-185
- Day, B., Steiger, M., Thompson, P., & Marsden, C. (1993). Effect of vision and stance width on human body motion when standing: implications for afferent control of lateral sway. *Journal of Physiology*, 469, 479-499.
- Di Nardo, W., Ghirlanda, G., Cercone, S., Pitocco, D., Soponara, C., Cosenza, A., . . . Galli, I. (1999). The Use of Dynamic Posturography to Detect Neurosensorial Disorder in IDDM Without Clinical Neuropathy. *Journal of Diabetes and its Complications*, 13(2), 79-85. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S1056-8727\(99\)00032-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1056-8727(99)00032-X)
- Donker, S. F., Roerdink, M., Greven, A. J., & Beek, P. J. (2007). Regularity of center-of-pressure trajectories depends on the amount of attention invested in postural control. *Exp Brain Res*, 181(1), 1-11. doi: 10.1007/s00221-007-0905-4
- Duarte, M. (2000). *Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática*. (Livro docência na área da biomecânica), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Duarte, M., & Freitas, S. (2010). Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para a avaliação do equilíbrio. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14(3), 183-192.
- Dunning, K., LeMasters, G., Levin, L., Bhattacharya, A., Alterman, T., & Lordo, K. (2003). Falls in workers during pregnancy: Risk factors, job hazards, and high risk occupations. *American Journal of Industrial Medicine*, 44, 664-672.
- Foti, T., Davids, J., & Bagley, A. (2000). A biomechanical analysis of gait during pregnancy. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 82-A(5), 625-632.
- Fries, E., & Hellebrandt, F. (1943). The influence of pregnancy on the location of the center of gravity: Postural stability and body alignment. *Journal of obstetrics and Gynecology*.
- Gazaneo, M., & Oliveira, L. (1998). Alterações Posturais Durante a Gravidez. *Revista Brasileira Atividade Física & Saúde*, 3(2), 13-21.
- Gilleard, W., Crosbie, J., & Smith, R. (2008). A longitudinal study of the effect of pregnancy on rising to stand from a chair. *Journal of Biomechanics*, 41(4), 779-787. doi: 10.1016/j.jbiomech.2007.11.015
- Goldberg, M., & Hudspeth, A. (2000). The vestibular System. In E. Kandel, J. Schwartz & T. Jessel (Eds.), *Principles of Neural Science* (4 ed., pp. 684-696). United States of America: McCraw-Hill companies, Inc.
- Graça, L. (2005). Ajustamentos fisiológicos do organismo materno à gravidez. In L. Graça (Ed.), *Medicina materno-fetal* (3 ed., pp. 65-75). Lisboa: Lidel.
- Guskiewicz, K., Ross, S., & Marshall, S. (2001). Why the clinical test for sensory integration of balance (CTSIB) for concussion baseline balance testing? *Journal of Athletic Training*.
- Hatch, J., Gill-Body, K. M., & Portney, L. G. (2003). Determinants of balance confidence in community-dwelling elderly people. *Phys Ther*, 83(12), 1072-1079.
- Heasley, K., Buckley, J., Scally, A., Twigg, P., & Elliott, D. (2005). Falls in older people: effects of age and blurring vision on the dynamics of stepping. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 46, 3584-3588.
- Heckman, J., & Sassard, R. (1994). Musculoskeletal considerations in pregnancy. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 76-A, 1720-1730.
- Henschel, U. (2007). *Fisioterapia em Ginecologia*. São Paulo: Livraria Santos.
- Horack, F. (1987). Clinical Measurement of postural control in adults. *Physical Therapy*, 67(12), 1881-1885.
- Horack, F. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Aging*(35-S2), ii7-ii11.

- Horak, F., Henry, S., & Shumway-Cook, A. (1997). Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Physical Therapy*, 77(5), 517-533.
- Horak, F. B., Nashner, L. M., & Diener, H. C. (1990). Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Exp Brain Res*, 82(1), 167-177.
- Huo, F. (1999). *Limits of stability and postural sway in young and older people*. (Mestre), Queen's University Kingston, Canada.
- Jang, J., Hsiao, K., & Hsiao-Wecksler, E. (2008). Balance (perceived and actual) and preferred stance width during pregnancy. *Clinical Biomechanics*, 23(4), 468-476. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2007.11.011
- Jbabdi, M., Boissy, P., & Hamel, M. (2008). Assessing control of postural stability in community-living older adults using performance-based limits of stability. *BMC Geriatrics*, 8, 1-10.
- Jones, G. (2000). Posture. In E. Kandel, J. Schwartz & T. Jessell (Eds.), *Principles of Neural Science* (4 ed., pp. 697-710). United States of America: McCraw-Hill Companies, Inc.
- Konkler, C., & Kisner, C. (1996). Princípios de exercícios para a paciente obstétrica. In C. Kisner & L. Colby (Eds.), *Exercícios terapêuticos. Fundamentos e práticas* (3 ed., pp. 581-613). Brasil: Editora Manole Ltda.
- Krishnamoorthy, V., Goodman, S., Zatsiorsky, V., & Latash, M. (2003). Muscle synergies during shifts of the center of pressure by standing persons: identification of muscle modes. *Biological Cybernetics*, 89(2), 152-161. doi: 10.1007/s00422-003-0419-5
- Lark, S. D., Buckley, J. G., Bennett, S., Jones, D., & Sargeant, A. J. (2003). Joint torques and dynamic joint stiffness in elderly and young men during stepping down. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 18(9), 848-855.
- Laughton, C. A., Slavin, M., Katdare, K., Nolan, L., Bean, J. F., Kerrigan, D. C., . . . Collins, J. J. (2003). Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait & posture*, 18(2), 101-108.
- Lima, S., & Antônio, S. (2009). Manifestações músculo-esqueléticas na gravidez. *Temas de reumatologia clínica*, 10(1), 3-5.
- Liu, Y., Higuchi, S., & Motohashi, Y. (2001). Changes in postural sway during a period of sustained wakefulness in male adults. *Occupational Medicine*, 51(8), 490-495. doi: 10.1093/occmed/51.8.490
- Loram, I., Kelly, S., & Lakie, M. (2001). Human balancing of an inverted pendulum: is sway size controlled by ankle impedance? *Journal of Physiology-London*, 532(3), 879-891. doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.0879e.x
- Lord, S., Clark, R., & Webster, I. (1991). Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *Journals of Gerontology*, 46(3), M69-M76.
- Lord, S., & Menz, H. (2000). Visual contributions to postural stability in older adults. *Gerontology*, 46(6), 306-310. doi: 10.1159/000022182
- Lord, S., & Menz, H. (2002). Physiologic, psychologic, health predictors of 6-minute walk performance in older people. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(7), 907-911. doi: 10.1053/apmr.2002.33227
- Lord, S., & Ward, J. (1994). Age-associated differences in sensorimotor function and balance in community-dwelling women. *Age and Ageing*, 23(6), 452-460. doi: 10.1093/ageing/23.6.452
- Lord, S., Ward, J., Williams, P., & Strudwick, M. (1995). The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women - a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 43(11), 1198-1206.
- Lowdermilk, D. (2008). Anatomia e fisiologia da gravidez. In D. Lowdermik & S. Perry (Eds.), *Enfermagem na maternidade* (7 ed., pp. 222-244): Lusodidacta.
- Lowdermilk, D., & Perry, S. (2008). *Enfermagem na Maternidade* (7ª ed.): Lusodidacta.
- Lymbery, J., Hons, B., & Guilleard, W. (2005). The stance phase of walking during late pregnancy. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 95(3), 247-253.
- Machado, M. (2005). Assistência pré-natal. In L. Graça (Ed.), *Medicina materno-fetal* (3 ed., pp. 123-133). Lisboa: Lidel.
- Maki, B. E., Holliday, P. J., & Topper, A. K. (1994). A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *J Gerontol*, 49(2), M72-84.
- Mann, L., Kleinpaul, J., Mota, C., & Santos, S. (2010). Alterações biomecânicas durante o período gestacional: uma revisão. *Motriz: Revista de Educação Física*, 16(3), 730-741.

- Mann, L., Kleinpaul, J., Teixeira, C., & Mota, C. (2011). Influência dos sistemas sensoriais na manutenção do equilíbrio em gestantes. *Fisioterapia do Movimento*, 24(2), 315-325.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, L. (2006). *International standards for anthropometric assessment*. ISAK: Potchefstroom, South Africa.
- Marnach, M., Ramin, K., Ramsey, P., Song, S., Stensland, J., & An, K. (2003). Characterization of the relationship between joint laxity and maternal in pregnancy. *The American College of Obstetricians and Gynecologists*, 101, 331-335.
- Marques, A. (2003). *O conforto e a funcionalidade dos pés da grávida*. Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Martin, L., Cahouët, V., Ferry, M., & Fouque, F. (2006). Optimization model predictions for postural coordination modes. *Journal of biomechanics*, 39(1), 170-176.
- McCollum, G., Shupert, C., & Nashner, L. (1996). Organizing Sensory Information for Postural Control in Altered Sensory Environments. *Journal of Theoretical Biology*, 180(3), 257-270.
- McCorry, J., Chambers, A., Daftary, A., & Redfern, M. (2010a). Dynamic postural stability in pregnant fallers and non-fallers. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 117(8), 954-962. doi: 10.1111/j.1471-0528.2010.02589.x
- McCorry, J., Chambers, A., Daftary, A., & Redfern, M. (2010b). The Effect of Pregnancy on Ground Reaction Forces during Gait. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(5), 273-273.
- McCorry, J., Chambers, A., Daftary, A., & Redfern, M. (2011). Ground reaction forces during gait in pregnant fallers and non-fallers. *Gait & posture*, 34(4), 524-528.
- McKenzie, N. C., & Brown, L. A. (2004). Obstacle negotiation kinematics: age-dependent effects of postural threat. *Gait & Posture*, 19(3), 226-234. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362\(03\)00060-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362(03)00060-2)
- Melo, F. (2006). Controlo postural: controlo reflexo versus controlo dinâmico. *Revista brasileira de educação física e esporte*, 20(supl. 5), 107-109.
- Melzer, I., Liebermann, D. G., Krasovsky, T., & Oddsson, L. I. (2010). Cognitive load affects lower limb force-time relations during voluntary rapid stepping in healthy old and young adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 65(4), 400-406. doi: 10.1093/gerona/glp185
- Mergner, T., Huber, W., & Becker, W. (1997). Vestibular Neck interaction and transformation of sensory coordinates. *Journal of Vestibular Research*, 7, 347-367.
- Meyer, P., Oddsson, L., & De Luca, C. (2004). Reduced plantar sensitivity alters postural responses to lateral perturbations of balance. *Experimental Brain Research*, 157(4), 526-536. doi: 10.1007/s00221-004-1868-3
- Mochizuki, L., & Amadio, A. (2006). As informações sensoriais para o controlo postural. *Fisioterapia em Movimento*, 19, 11-18.
- Nagai, M., Isida, M., Saitoh, J., Hirata, Y., Natori, H., & Wada, M. (2009). Characteristics of the control of standing posture during pregnancy. *Neuroscience Letters*, 462(2), 130-134. doi: 10.1016/j.neulet.2009.06.091
- Nashner, L., & McCollum, G. (1985). The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. *Behavioral and Brain Sciences*, 8(01), 135-150. doi: doi:10.1017/S0140525X00020008
- Nejc, S., Jernej, R., Loeffler, S., & Kern, H. (2010). Sensitive of body sway parameters during quiet standing to manipulation of support surface size. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 431-438.
- Neurocom International, I. (1998). *Balance Master. Operator's Manual*. Clackamas, OR, USA: Copyright.
- Nyska, M., Sofer, D., Porat, A., Howard, C., Levi, A., & Meizner, I. (1997). Planter foot pressures in pregnant women. *Israel Journal of Medical Sciences*, 33(2).
- Oliveira, L., Vieira, T., Macedo, A., Simpson, D., & Nadal, J. (2009). Postural sway changes during pregnancy: A descriptive study using stabilometry. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 147(1), 25-28. doi: 10.1016/j.ejogrb.2009.06.027
- Oliveira, T., Santos, A., Andrade, M., & Avila, A. (2008). Avaliação do controle postural de crianças praticantes e não praticantes de actividade física regular. *Jornal Bras Biomecânica*, 9, 41-46.
- Opala-Berdzik, A., Bacik, B., Ciélinisk, J., Plewa, M., & Gajewska, M. (2010). The influence of pregnancy on the location of the center of gravity in standing position. *Journal of Human Kinetics*, 26, 5-11.

- Ostgaard, H., Andersson, G., & Karisson, K. (1991). Prevalence of Back Pain in Pregnancy. *Spine*, 16(5), 549-552.
- Paulus, W., Straube, A., & Brandt, T. (1984). Visual stabilization of posture. Physiological stimulus characteristics and clinical aspects. *Brain a journal of neurology*, 107(4), 1143-1263.
- Perry, S. (2008). Nutrição Materna e Fetal. In D. Lowdermilk & S. Perry (Eds.), *Enfermagem na maternidade* (7 ed., pp. 304-332): Lusodidacta.
- Peterka, R. J. (2002). Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology*, 88(3), 1097-1118.
- Polden, M., & Mantle, J. (2000). *Fisioterapia em Ginecologia e Obstetrícia* (2ª ed.). São Paulo: Livraria Santos.
- Pozzo, T., Levik, Y., & Berthoz, A. (1995). Head and trunk movements in the frontal plane during complex dynamic equilibrium tasks in humans. *Exp. Brain. Res.*, 106(2), 327-338.
- Prieto, T. E., Myklebust, J. B., Hoffmann, R. G., Lovett, E. G., & Myklebust, B. M. (1996). Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Trans Biomed Eng*, 43(9), 956-966. doi: 10.1109/10.532130
- Rankin, J., Woollacott, M., Shumway-Cook, A., & Brown, L. (2000). Cognitive influence on postural stability: a neuromuscular analysis in young and older adults. *Journals of Gerontology*, 3.
- Ribas, S. (2006). *Análise da pressão plantar e do equilíbrio postural em diferentes fases de gestação*. (Mestre), Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba.
- Ribas, S., & Guirro, E. (2007). Análise da pressão plantar e do equilíbrio postural em diferentes fases da gestação. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(5), 391-396.
- Rio, C. (2001). A posturografia dinâmica computarizada na identificação e prevenção das quedas nos idosos. *Geriatrics*, 14(131), 22-32.
- Santos, M., Gil, B., Marques, A., Boas, J., & Silva, J. (2008). Comparative analysis of the ground reaction forces, during the support phase, in a group of pregnant women on their third trimester of pregnancy and in a group of not pregnant human. *Fisioterapia do movimento*, 21, 95-103.
- Shailesh, S., & Champa, V. (2001). Reabilitação Vestibular. In J. Delisa (Ed.), *Tratado de Medicina de Reabilitação. Princípios e práticas* (3 ed., Vol. 2): Editora Manole.
- Smith, L., Weiss, E., & Lehmkuhl, L. (1996). *Brunnstrom's Clinical Kinesiology* (5 ed.). India: Jaypee Brothers Medical Publishers Ltd.
- Soares, A. (2010). A contribuição visual para o controle postural. *Revista Neurociencias*, 18(3), 370-379.
- Souza, G., D., G., & Pastre, C. (2006). Propriocepção cervical e equilíbrio: uma revisão. *Fisioterapia em movimento*, 19(4), 33-44.
- Startzell, J. K., Owens, D. A., Mulfinger, L. M., & Cavanagh, P. R. (2000). Stair negotiation in older people: a review. *J Am Geriatr Soc*, 48(5), 567-580.
- Stephenson, R., & O'Connor, L. (2004). *Fisioterapia Aplicada à Ginecologia e Obstetrícia* (2ª ed.): Manole.
- Terekhov, Y. (1976). Stabilometry as a diagnostic tool in clinical medicine. *Canadian Medical association Journal*, 115(7), 631-633.
- Tomomitsu, M., Alonso, A., Morimoto, E., Bobbio, T., & Greve, J. (2013). Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics*, 4, 517-521.
- Topp, R., Mikesky, A., & Thompson, K. (1998). Determinants of four functional tasks among older adults: an exploratory regression analysis. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 27(2), 144-153.
- Wieczorek, S. (2003). *Equilíbrio em adultos e idosos: Relação entre o tempo de movimento e acurácia durante movimentos voluntários à postura em pé*. (Mestre), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Williams, N. P., Roland, P. S., & Yellin, W. (1997). Vestibular evaluation in patients with early multiple sclerosis. *The American journal of otology*, 18(1), 93-100.
- Winter, D. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3, 193-214.
- Winter, D., Patla, A., Prince, F., Ishac, M., & Gielo-perczak, K. (1998). Stiffness control of balance in quiet standing. *Journal of Neurophysiology*, 80(3), 1211-1221.
- Wrisley, D. M., & Whitney, S. L. (2004). The effect of foot position on the modified clinical test of sensory interaction and balance. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(2), 335-338. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2003.03.005>

- Zammit, G., Wang-Weigand, S., & Peng, X. (2008). Use of computerized dynamic posturography to assess balance in older adults after nighttime awakenings using zolpidem as a reference. *BMC Geriatrics*, 8(1), 15.
- Zieguel, E., & Cranley, M. (1985). *Enfermagem Obstétrica* (8 ed.): Editora Guanabara.

ANEXO 1

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Consentimento informado

Nome do projecto: Alterações do Equilíbrio Postural em Mulheres no 2º e 3º Trimestres de Gravidez

Descrição do estudo e objectivos: A Sr.^a está convidada a participar num estudo, cujo objectivo é a avaliação do equilíbrio postural de mulheres grávidas, que se encontram no 2º e no 3º trimestres de gravidez.

A literatura refere que ao longo da gravidez, o organismo materno está sujeito a várias alterações fisiológicas. Mudanças hormonais e anatómicas acrescidas ao aumento de massa corporal e à alteração do centro de gravidade levam a alterações músculo-esqueléticas e mecânicas, alterando a sua postura e o seu equilíbrio. Com a progressão da gravidez, as mulheres relatam sentir algumas dificuldades na realização das suas tarefas diárias (subir escadas, pegar em objectos, entre outros), sendo algumas delas até perigosas, como as mudanças rápidas de direcção, por falta de equilíbrio. Torna-se deste modo, pertinente, avaliar o equilíbrio postural na população de grávidas que se encontram no 2º e no 3º trimestres de gravidez, residentes na região do Alto Minho, sendo o objectivo primordial deste estudo.

O estudo envolve a participação de 12 mulheres jovens-adultas grávidas. Os critérios de inclusão para a formação da amostra incluem as seguintes variáveis: mulheres grávidas com tempo de gestação entre as 13ª e as 24ª semana (2º trimestre) e após a 25ª semana de gravidez (3º trimestre); gravidez de baixo risco, feto único, ausência de diabetes ou outras patologias sistémicas, alterações de sensibilidade, alterações circulatórias e de pele, neuropatia ou vestibulopatia e/ou patologias musculoesqueléticas anteriores à gravidez, mulheres grávidas que possuam independência motora. Caso se enquadre nestes critérios de inclusão e esteja interessada, pode participar neste estudo. Se pretender obter mais informações, antes de tomar alguma decisão, está convidado a esclarecer-se junto ao responsável do projecto (Carla Gonçalves-967290763/Doutor Pedro Bezerra-965919680).

Todas as voluntárias terão que visitar, uma só vez, uma Clínica de Medicina Desportiva em Viana do Castelo, onde serão efectuadas as avaliações. Numa primeira fase serão avaliadas as medidas antropométricas (massa corporal, estatura e tamanho do pé) e na segunda fase será realizada a avaliação do equilíbrio postural, através de uma plataforma de forças “*New Balance Master 6.1 – N.B.M*”, com os seguintes testes de equilíbrio: *Modified CTSIB (MCTSIB)* – avaliação da oscilação postural estática, com olhos abertos/fechados sob uma superfície firme/instável e carregando uma mala de senhora de 2,5 Kg de massa corporal, sob uma superfície firme/instável; *Limits of Stability* – partindo na posição central, pretende-se que cada voluntária atinja 8 pontos

(disposto em redor da posição central), sem mexer a base de apoio (pés); e o *Step UP/ Over (8'' curb) – Left/Right*: consiste na subida e descida de um degrau de 20 cm de estatura. Pretende-se que cada voluntária, permaneça sobre a plataforma de forças, em posição ortostática, mantenha o olhar na direcção de uma figura colocada na parede ao nível dos olhos e a 3 m de distância, coloque os pés sobre a linha já marcada na plataforma (calcanhar, maléolo externo e dedo mindinho do pé) e os braços ao longo do corpo. É necessário que todas as voluntárias (grávidas e não grávidas), no momento da avaliação, vistam uma roupa leve e a tenham os pés descalços. Antes da realização dos testes, cada voluntária será devidamente instruída, relativamente à execução de todos os testes, tendo um período experimental nos testes mais complexos (*Limits of Stability e Step UP/ Over (8'' curb) – Left/Right*). Cada voluntária, necessita de aproximadamente 20 minutos, para a realização de todos os testes.

Antes da sua participação, gostaríamos de saber se há alguma contra-indicação para a sua participação neste estudo, tanto a nível de saúde como a nível do equilíbrio postural.

A sua participação neste estudo é voluntária, caso não deseje participar, pode recusar o pedido. Após ter aceite o convite, poderá em qualquer momento interromper a sua participação, sem qualquer problema.

Ao aceitar o pedido, para a sua participação neste estudo, poderá ter acesso a todos os dados/resultados dos testes realizados. Os testes permitem uma análise do seu equilíbrio corporal, nas situações específicas avaliadas; e posterior reflexão sobre as possíveis implicações nas tarefas do seu dia-a-dia.

Possíveis riscos: Os testes a realizar, têm como finalidade a avaliação do equilíbrio postural, envolvendo assim uma possibilidade mínima de desequilíbrio e queda.

Responsabilidades do investigador: Os pesquisadores vão tomar todas as medidas necessárias, na tentativa de minimizar os potenciais riscos referidos anteriormente (ajuda de segurança).

Confidencialidade: Todos os dados recolhidos serão mantidos em sigilo e só serão divulgados com a sua permissão.

O estudo foi autorizado pelo Concelho Técnico-Científico do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

Autoriza a divulgação de imagens? ☐ Sim ☐ Não

Declaro que li e percebi as informações que me foram acima transmitidas e concordo em participar neste projecto.

Local e data:
Nome da participante: <hr/>
Nome do responsável do projecto: <hr/>

Se tiver alguma dúvida ou perguntas adicionais, não hesite em contactar os investigadores:

Nome: Carla Gonçalves

Telemóvel: 967290763

E-mail: carlagoncalves@esdl.ipvc.pt

Nome: Doutor Pedro Bezerra

E-mail: pbezerra@esdl.ipvc.pt

Contacto institucional: 965919680

Director do Curso: Doutor Luís Paulo Rodrigues

ANEXO 2

REGISTO DAS AVALIAÇÕES

☺ Medidas antropométricas

Data da avaliação:

Nome da grávida:

Tempo gestacional:

Idade:

Altura:

Peso:

IMC:

% de MG:

Tamanho do pé:



ANEXO 3

TESTES APLICADOS

ANEXO 4

RESULTADOS EM BRUTO